



Indeklimavurdering af linolieholdige byggematerialer

Knudsen, Henrik Nellemose; Clausen, P.A.; Shibuya, H.; Wilkins, K.; Wolkoff, P.

Publication date:
2004

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Knudsen, H. N., Clausen, P. A., Shibuya, H., Wilkins, K., & Wolkoff, P. (2004). *Indeklimavurdering af linolieholdige byggematerialer*. SBI forlag. By og Byg Dokumentation Nr. 054

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Indeklimavurdering af linolieholdige byggematerialer

Henrik N. Knudsen, By og Byg
Per Axel Clausen, Hitomi Shibuya, Ken Wilkins og Peder Wolkoff,
Arbejdsmiljøinstituttet

Titel	Indeklimavurdering af linolieholdige byggematerialer
Serietitel	By og Byg Dokumentation 054
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2004
Forfattere	Henrik N. Knudsen, By og Byg, Per Axel Clausen, Hitomi Shibuya, Ken Wilkins og Peder Wolkoff, Arbejdsmiljøinstituttet
Sprog	Dansk
Sidetæl	75
Litteratur-henvisninger	Side 41-43
Emneord	Indeklima, afgangning, byggematerialer, oplevet luftkvalitet, linolie
ISBN	87-563-1195-8
ISSN	1600-8022
Pris	Kr. 165,00 inkl. 25 pct. moms
Tekstbehandling	Yelva Jensen og Henrik N. Knudsen
Fotos	Jan Carl Westphall, By og Byg og Per Axel Clausen, AMI
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post by-og-byg@by-og-byg.dk www.by-og-byg.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Dokumentation 054: Indeklimavurdering af linolieholdige byggematerialer. (2004)*

Indhold

Forord	4
Sammenfatning og konklusioner	5
Indledning	7
Baggrund	7
Formål	8
Forsøg	9
Materialer	9
Samtidige sensoriske og kemiske målinger	11
Sensorisk bedømmelse af rene linolier anvendt i færdigvare	13
Betydning af tilvænning til materialernes lugt	13
Betydning af oplysning ved de sensoriske målinger	13
Identifikation af enkelt-komponenter i materialernes afgang af lugtstoffer	14
Resultater og diskussion	17
Samtidige sensoriske og kemiske målinger	17
Sensoriske bedømmelse af rene linolier anvendt i færdigvare	28
Betydning af tilvænning til materialernes lugt	29
Betydning af oplysning ved de sensoriske målinger	31
Identifikation af enkelt-komponenter i materialernes afgang af lugtstoffer	36
Litteratur	41
Bilag 1. Følgegruppen for projektet	44
Bilag 2. Deklaration af materialer	45
Bilag 3. Materialer	46
Bilag 4. Påført mængde maling eller gulvolie	47
Bilag 5. Ventilationsrate for de anvendte testkamre	48
Bilag 6. Brev sendt til medlemmer af det sensoriske panel	49
Bilag 7. Spørgeskemaer anvendt ved sensoriske bedømmelser	51
Bilag 8. Skilte med oplysninger om materialer	58
Bilag 9. Statistisk analyse af sensoriske ændringer af materialer over tid ...	59
Bilag 10. Statistisk analyse af betydningen af oplysning om materiale	60
Bilag 11. Teknisk beskrivelse af kemiske målinger	61
Bilag 12. Chromatogrammer af gulvmaterialer og tomt testkammer	64
Bilag 13. Chromatogrammer af malinger og gipsplade	65
Bilag 14. Chromatogrammer af gulvolier og bøgetræ	66
Bilag 15. Stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolieholdig gulvolie 1	67
Bilag 16. Stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolie (Gulvolie 1)	70
Bilag 17. Stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolie (Gulvolie 2)	73

Forord

Indeklimaets kvalitet afhænger i betydelig grad af byggematerialers afgasning af forureninger til indeluften. For økologiske/naturlige materialer kan der være særlige forhold at tage hensyn til, da de ofte er lettere nedbrydelige end konventionelle materialer. Denne nedbrydelighed kan være årsag til afgasninger til indeluften, der kan påvirke bygningsbrugernes velbefindende i form af lugtgener og slimhindeirritation.

Denne By og Byg dokumentation beskriver en undersøgelse til afklaring af om der er særlige forhold ved afgasningen fra økologiske/naturlige materialer, eksemplificeret ved linolieholdige produkter, der betyder, at der bør anvendes en anden måle- og evalueringsprocedure end ved konventionelle materialer. Det er målet med den nye viden at gøre det muligt på et mere kvalificeret grundlag at kunne udvikle økologiske/naturlige materialer med bedre indeklimaegenskaber for derigennem at fremme det økologiske/naturlige byggeri på basis af faglig dokumentation.

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem By og Byg (Statens Byggeforskningsinstitut) og Arbejdsmiljøinstituttet (AMI). Projektet blev støttet af "Program til fremme af økologisk byggeri", Bygge- og Boligstyrelsen, Boligministeriet (nu Erhvervs- og Boligstyrelsen, Økonomi- og Erhvervsministeriet).

Der har i forbindelse med projektet været nedsat en følgegruppe med repræsentanter fra indeklimamærkningsordningen, Landsforeningen Økologisk Byggeri og Raadvad-Centeret. Følgegruppen har inspireret og været med til at udvælge hvilke byggematerialer, der indgik i projektet. Følgegruppen takkes hermed for godt samarbejde.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Sundhed og Komfort
Marts 2004

Claus Reinhold
Forskningschef

Sammenfatning og konklusioner

Formålet med forskningsprojektet var at vurdere, om særlige forhold ved afgasningen af lugtstoffer og irriteranter fra økologiske/naturlige byggematerialer betyder, at der bør anvendes en mere nuanceret måle- og evalueringsprocedure end den, der anvendes i den danske indeklimateksterordning. Hensigten med at tilvejebringe denne nye viden er at gøre det muligt på et mere kvalificeret grundlag at kunne udvikle økologiske/naturlige materialer med bedre indeklimaegenskaber.

I projektet blev der som repræsentanter for økologiske/naturlige materialer valgt produkter, der alle indeholdt linolie i varierende mængder. Linolie er et materiale hentet i naturen og kan fremstilles af økologisk dyrkede hørfrø. Det er nedbrydeligt både under brug (indeklima) og efter afskaffelse (miljøpåvirkning). Til sammenligning blev der også undersøgt konventionelle syntetiske materialer. Der blev undersøgt følgende 3 typer byggematerialer: Gulvbelægning, vægmaling og gulvolie.

Indeklima er en bred betegnelse for en lang række forhold i bygninger af betydning for mennesker. Dette projekt har haft sit fokus på luftkvalitet og specielt på oplevet luftkvalitet, og dermed på de stoffer som materialerne afgiver, og som kan give anledning til lugtgener og slimhindeirritation. Andre afgassende stoffer, som kan have helbredseffekter, blev ikke målt.

Laboratorieforsøg

I laboratorieforsøg blev afgasningen fra 6 udvalgte linolieholdige materialer og 3 konventionelle ikke-linolieholdige syntetiske materialer bestemt med målinger af den oplevede luftkvalitet og målinger af koncentrationen af kemiske stoffer af potentiel betydning for lugten. På baggrund af målingerne blev de 2 typer materialer sammenlignet.

De kemiske stoffer, der blev målt, var flygtige organiske stoffer (VOC'er) og et mindre udvalg af primært slimhindeirriterende carbonylforbindelser heriblandt formaldehyd. Afgasningen blev fulgt over et år.

De linolier, der var anvendt som råvare i de færdige produkter blev undersøgt sensorisk (oplevet luftkvalitet) og nogle af dem kemisk med henblik på at vurdere deres indflydelse på de færdige produkters lugt.

De kemiske stoffer, der var relevante for lugten af materialerne, og som ikke detekteres med gængse målemetoder, blev forsøgt identificeret med en teknik der kombinerer gaschromatografi og olfaktometri (GC-O). Det er en teknik, der muliggør en kemisk bestemmelse af mulige lugtende stoffer på baggrund af en sensorisk vurdering.

Konklusioner

De linolieholdige materialer lugtede værre end de syntetiske

De sensoriske målinger viste, at de undersøgte linolieholdige materialer forværede den oplevede luftkvalitet i større omfang end de tilsvarende konventionelle syntetiske materialer.

Der var relativ stor forskel på de sensoriske bedømmelser af de rene linolier, der blev anvendt som råvare i de undersøgte linolieholdige materialer.

GC-O-analyse antydede, at linolien var af betydning for lugten af det færdige produkt.

Det kan derfor anbefales, at producenterne af disse linolieholdige byggematerialer undersøger mulighederne for at forbedre deres produkter med henblik på at forbedre den oplevede luftkvalitet ved at anvende linolie med høj acceptabilitet og lav lugtintensitet.

De målte carbonylforbindelser har ingen sundhedsmæssig betydning

De målte carbonylforbindelsers koncentrationer faldt over tid for alle materialer. Efter et år var koncentrationerne faldet så meget, at carbonylforbindelserne enkeltvis ikke anses for at have betydning for den oplevede luftkvalitet.

Samlet set havde de målte carbonylforbindelser, herunder formaldehyd, så lave koncentrationer, at de var uden sundhedsmæssig betydning.

Kendskab til produkterne giver øget accept af lugten

Når det sensoriske panel fik oplysning om, at de undersøgte materialer var "økologiske" eller "syntetiske", påvirkede det bedømmelserne i forhold til, når bedømmelserne blev foretaget uden oplysning.

Generelt resulterede kendskab til materialerne i højere acceptabilitet og lavere lugtintensitet.

Lugten fra de linolieholdige produkter ændrede sig kun lidt over tid

I det år målingerne foregik ændredes de undersøgte linolieholdige materialers acceptabilitet og lugtintensitet kun lidt. Enten var der ingen eller også var der nogen forbedring.

De kemiske målinger antydede, at årsagen til det vedvarende lugtindtryk var, at nogle VOC'er af potentiel betydning for lugten, afgassede med en tilnærmelsesvis konstant hastighed i måleperioden.

GC-O-analyserne antydede, at det også kunne skyldes konstant afgasning af stoffer, som ikke kunne detekteres kemisk med gængse målemetoder, men som alligevel havde betydning for materialernes lugt.

De linolieholdige produkter kunne ikke opnå Indeklimamærket

For at opnå Indeklimamærket under den nuværende ordning kræves det, at afgasning fra materialer ligger inden for ordningens acceptgrænser.

Denne undersøgelse viser, at de undersøgte linolieholdige materialer ikke vil kunne opnå mærket.

For at disse materialer kan godkendes, kræver det en produktudvikling hen imod mindre lugtende produkter eller en ændring af indeklimamærkningsordningen.

De foreslåede måle- og evalueringsprocedurer virker lovende

Målingerne foretaget i dette projekt viser, at for visse nedbrydelige økologiske/naturlige materialer kan der være behov for at anvende en mere nuanceret måle- og evalueringsprocedure for at detektere stoffer af betydning for materialernes lugt. Den foreslåede procedure består af en kombination af sensoriske målinger og GC-O. Resultaterne antyder at proceduren er velegnet i forbindelse med vurdering af byggematerialers påvirkning af luftkvaliteten. Yderligere verifikation og udvikling af proceduren anbefales.

Indledning

Baggrund

Der er i dag øget fokus på at fremme økologisk/naturligt byggeri, samtidig med at der er et ønske om et godt indeklima. Indeklimaet er væsentligt for folkesundheden, og indeklimaets kvalitet afhænger i betydelig grad af bygningsmæssige forhold, såsom byggematerialers afgang af forureninger til indeluften. Det er vigtigt under produktudvikling af byggematerialer ikke kun at fokusere på at mindske de påvirkninger, der har negativ indflydelse på det ydre miljø, men også at inddrage påvirkninger af indeklimaet.

Økologiske/naturlige materialer har en række egenskaber, som gør dem attraktive for mange mennesker, herunder både bygningsprofessionelle og slutbrugere. De organiske stoffer, som sådanne materialer kan indeholde, er ofte hentet direkte i naturen, hvorved de adskiller sig fra mange af de konventionelle ikke-økologiske/naturlige materialer.

Materialer af biologisk oprindelse fra naturen er ofte relativt let omsættelige, og kan derfor være lettere nedbrydelige i sammenligning med syntetisk fremstillede materialer, fx pga. påvirkning fra luftens ilt. Nedbrydningsprocessen kan være årsag til uønsket afgang af forureninger til indeluften, der kan medføre lugtgener og slimhindeirritation og dermed påvirke bygningsbrugernes velbefindende. Dette blev så tidlig som i 1600-tallet beskrevet for kunstneres brug af linolie (Ramazzini, 1991).

Både linoliemalinger (Fjällström et al., 2002 og 2003), linoleum (Jensen et al., 1995a, 1995b og 1996) og konventionelle alkydmalinger (Chang and Guo, 1998) kan afgasse stoffer, der kan være irriterende eller lugte. Nedbrydningsprocessen kan foregå i hele levetiden af materialet, dvs. i flere år (Knudsen et al., 1999). Dette er således i modsætning til syntetiske materialers afgang, der ofte består af stoffer, der er kommet i materialerne under deres tilblivelse, fx opløsningsmidler, og som i bedste fald relativt hurtigt afgasser fra materialet. Typisk sker dette i løbet af nogle uger som det fx gælder for plastikmalinger (Clausen et al., 1991). Plastikmalinger kan dog også indeholde tilsætningsstoffer, der er mere end et år om at afgasse (Clausen et al., 1991 og Clausen, 1993).

Den kemiske nedbrydningsproces kan imidlertid betyde, at der måske bør anvendes en anden måleprocedure, når afgasningen fra økologiske/naturlige materialer skal vurderes end ved konventionelle syntetiske materialer. Dog kan syntetiske materialer indeholde svært fordampelige tilsætningsstoffer som kan afgives til indeklimaet (Clausen og Wolkoff, 1997 og Clausen et al., 1999) og som kan have helbredseffekter. Dette kunne fx være plastblødgørere fra PVC (Afshari et al., in press).

I den etablerede indeklimamærkningsordning for byggematerialer vurderes afgasningen ved kemiske målinger og sensoriske bedømmelser af materialernes lugtafgivelse (Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen, 1995; Wolkoff & Nielsen, 1996). For at et materiale kan opnå mærket, skal koncentrationen af relevante stoffer samt bedømmelser af oplevet luftkvalitet opfylde fastlagte godkendelsesniveauer. Tidspunktet, hvor disse krav er opfyldt kaldes for produktets indeklimarelevante tidsværdi. Der stilles i mærkningsordningen krav til, hvor høj denne værdi må være.

Erfaringen har vist, at nogle naturlige organisk baserede materialer har svært ved at opnå Indeklimamærket, da den indeklimarelevante tidsværdi er uacceptabel lang. Det gælder fx for produkter af træ og linoleum. Desuden har det vist sig, at den oplevede luftkvalitet påvirkes af afgassede stoffer i

meget lave koncentrationer, som er vanskelige at måle med eksisterende målemetoder. Dette er et problem i forbindelse med produktudvikling.

Formål

Det var formålet med dette projektet at vurdere, om særlige forhold ved afgasningen af lugtstoffer og irriteranter fra økologiske/naturlige byggematerialer betyder, at der bør anvendes en mere nuanceret måle- og evalueringsprocedure end den, der anvendes i den danske indeklimatekstermærkningsordning. Hensigten med at tilvejebringe denne nye viden er at gøre det muligt på et mere kvalificeret grundlag at kunne udvikle økologiske/naturlige materialer med bedre indeklimategenskaber i form af mindre uønsket afgasning til indeluften.

Forsøg

Afgasningen fra udvalgte linolieholdige væg- og gulvmaterialer og tilsvarende konventionelle syntetiske materialer blev bestemt samtidigt med sensoriske og kemiske metoder med henblik på at foretage en sammenligning af de 2 typer materialer. Afgasningen blev fulgt over et år.

Ud over ovennævnte forsøg blev der i den samme forsøgsopstilling foretaget 2 andre forsøg med henblik på at undersøge betydningen af tilvænning til lugten fra materialerne og betydningen af de oplysninger det sensoriske panel får angående materialerne, før de sensoriske bedømmelser foretages.

De linolier, der var anvendt i produkterne, blev undersøgt sensorisk og nogle af dem kemisk med henblik på at vurdere deres indflydelse på produkternes lugt.

De kemiske stoffer, der var relevante for lugten af materialerne, blev forsøgt identificeret med en teknik der kombinerer gaschromatografi og olfaktometri (GC-O). Det er en teknik, der muliggør en samtidig kemisk bestemmelse og sensorisk vurdering.

Materialer

I projektet blev der som repræsentanter for økologiske/naturlige materialer valgt produkter, der alle indeholdt linolie i varierende mængder, se fx (Henriksen, 1999). Linolie kan fremstilles af økologisk dyrkede hørfrø og er således et materiale hentet i naturen. Det er nedbrydeligt både under brug (indeklima) og efter afskaffelse (miljøpåvirkning). Til sammenligning blev der også undersøgt konventionelle syntetiske materialer.

Valg af materialer

I samarbejde med følgegruppen (Bilag 1) blev der udvalgt 6 linolieholdige materialer og 3 konventionelle syntetiske materialer blandt følgende 3 typer byggematerialer: Gulvbelægning, vægmaling og gulvolie, se Tabel 1. Der blev således udvalgt materialer, som bruges til store indvendige overflader. Disse materialer må forventes at have en væsentlig indvirkning på indeklimaet ved at påvirke luftkvaliteten, da de er i direkte kontakt med indeluften og udgør et stort areal.

Som konventionelle syntetiske materialer blev der udvalgt produkter, der har været på markedet i længere tid, og som har en relativ stor markedsandel, og som er kendte for holdbarhed og kvalitet.

Et andet væsentligt udvælgelseskriterium var, at forskergruppen havde erfaring med tilsvarende materialer, da det ville kunne øge udbyttet i forhold til projektets begrænsede økonomi.

Indholdsdeklarationer for de forskellige produkter fremgår af Bilag 2. For at kende baggrundsniveauet for de våde materialer, gulvolie og maling, blev de rene substrater, dvs. gipsplade uden behandling og ubehandlet bøgetræ taget med i undersøgelsen.

Tabel 1. Materialer (tekst i kursiv angiver materialernes betegnelser i det følgende).

Linolieholdige materialer	Konventionelle syntetiske materialer
2 x linoleum	PVC
<i>Linoleum 1</i> (lavt indhold af træmel)	<i>PVC</i>
<i>Linoleum 2</i> (højt indhold af træmel)	
2 x vægmaling, vandbaseret med linolie, på gipsplade	Vægmaling, vandbaseret, på gipsplade
<i>Linolieholdig maling 1</i>	<i>Syntetisk maling</i>
<i>Linolieholdig maling 2</i>	
2 x gulvolie, baseret på linolie, på ubehandlet bøgetræ	Syntetisk gulvolie, tilsat terpentin (isoparafin), på ubehandlet bøgetræ
<i>Linolieholdig gulvolie 1</i>	<i>Syntetisk gulvolie</i>
<i>Linolieholdig gulvolie 2</i>	

Materiallemængder

Ved de samtidige sensoriske og kemiske målinger blev det tilstræbt, at de forureningskoncentrationer, som blev bedømt, svarede til de koncentrationer, som typisk forekommer i et virkeligt rum, hvor de aktuelle materialer benyttes.

Forureningskoncentrationen afhænger af forholdet mellem ventilationsrate og arealet af materialet, den såkaldte arealspecifikke ventilationsrate. Den blev valgt, så den i testkammeret svarede til forholdet i et virkeligt rum (Nordtest, 1998). Det virkelige rum som simuleres i testkamrene i laboratoriet blev valgt, så det svarede til det mindste rum, der er tilladt ifølge bygningsreglementet, dvs. med et gulvareal på 7 m² og et volumen på 17 m³. For vægmateriale blev det valgt at simulere et luftskifte på 2 h⁻¹, hvilket svarer til en materiallemængde på 2,3 m² i testkamrene. For gulvmateriale blev der simuleret et luftskifte på 1 h⁻¹, hvilket svarer til 1,4 m² i testkamrene. De anvendte materiallemængder og prøveemnernes dimensioner fremgår af Bilag 3.

I indeklimamærkningsordningen simuleres et rum svarende til ovenstående rum, men med et luftskifte på 0,5 h⁻¹. Det højere luftskifte i denne undersøgelse, betyder at forureningen fra materialerne vil forekomme i lavere koncentrationer, end de koncentrationer der ville være, hvis materialerne blev undersøgt med henblik på at opnå Indeklimamærket.

Materialerhåndtering

Materialerne blev indkøbt hos detail-forhandlere for at sikre at materialerne repræsenterede, hvad der er tilgængeligt på markedet. Prøveemner i de ønskede størrelser til forsøg blev skåret ud, og hvert materiale indpakket i tæt-sluttende aluminiumsfolie forstærket med plastik og papir.

I ugen før materialerne blev placeret i testkamrene på By og Byg blev gulvolie og maling påført. Gipspladerne blev malet 2 gange på hver side med malerrulle. Der gik 24 timer mellem hver påføring, som foregik 7, 6, 5 og 4 dage før alle materialer blev placeret i testkamrene. I denne periode blev de malede emner opbevaret på arbejdsborde. Der blev afmålt og påført maling i en mængde der svarede til 8 m²/l pr. gang, hvilket svarer til producenterne anbefalinger.

Producenterne anbefalede forskellige metoder til påføring af deres gulvolieprodukter. Producenten af syntetisk gulvolie anbefalede 2 lag, vådt i vådt (10 m²/l, med 30 min interval) efterfulgt af 2 tynde lag, og producenten af linolieholdig gulvolie 1 anbefaler 1 tykt lag (10-12 m²/l), med aftørring efter 15 min. For at kunne sammenligne de forskellige gulvolier blev den samme procedure fulgt for de forskellige gulvolier. Det ubehandlede bøgetræ blev 2 gange påført 2 lag gulvolie, vådt i vådt, på hver side med pensel og aftørring efter 15 min med en ren klud, som kun blev brugt til én type gulvolie. Der gik

48 timer mellem hver påføring, som foregik 6 og 4 dage før, alle materialer blev placeret i testkamre. Der blev afmålt og påført gulvolie i en mængde, der svarede til 10 m²/l. Til dokumentation af den påførte mængde maling eller gulvolie blev skemaet i Bilag 4 anvendt.

Samtidige sensoriske og kemiske målinger

Inden de egentlige forsøg blev der foretaget en række pilotforsøg, hvor sensoriske og kemiske forhold blev undersøgt med henblik på at optimere forsøgsplanen. Forsøgene blev gennemført i testkamre hos By og Byg, og kemiske analyser blev foretaget på AMI.

Afgasningen fra de 6 udvalgte linolieholdige materialer og de 3 tilsvarende konventionelle ikke-linolieholdige materialer blev bestemt med sensoriske og kemiske metoder. Afgasningsforløbet blev fulgt over et år, med målinger 2, 12, 25 og 51 uger efter at materialerne var blevet anbragt i testkamrene. Dette blev gjort for at vurdere langtidseffekten på luftkvaliteten.

Der blev taget udgangspunkt i indeklimamærkningsordningen, hvor materialer placeres i ventilerede testkamre og hvor et sensorisk panel af lugtdommere foretager bedømmelser af intensitet og acceptabilitet af den forurenede luft i tragten fra testkamrene og hvor afgasningen også måles kemisk (Bygningsreglementet, 1995; Wolkoff & Nielsen, 1996; Nordtest, 1998). Næsten samtidig med (1-2 dage før) de sensoriske målinger blev de kemiske målinger af såkaldte VOC'er og carbonylforbindelser foretaget.

Ud over ovennævnte forsøg blev der på hver af de 4 forsøgsdage og i den samme forsøgsopstilling foretaget en række andre forsøg med henblik på at undersøge betydningen af tilvænning til lugten fra materialerne og betydningen af de oplysninger panelet får angående materialerne for de sensoriske bedømmelser. Tabel 2 viser den samlede forsøgsplan. Metoder for de andre forsøg og de sensoriske og kemiske målinger er beskrevet i det følgende.

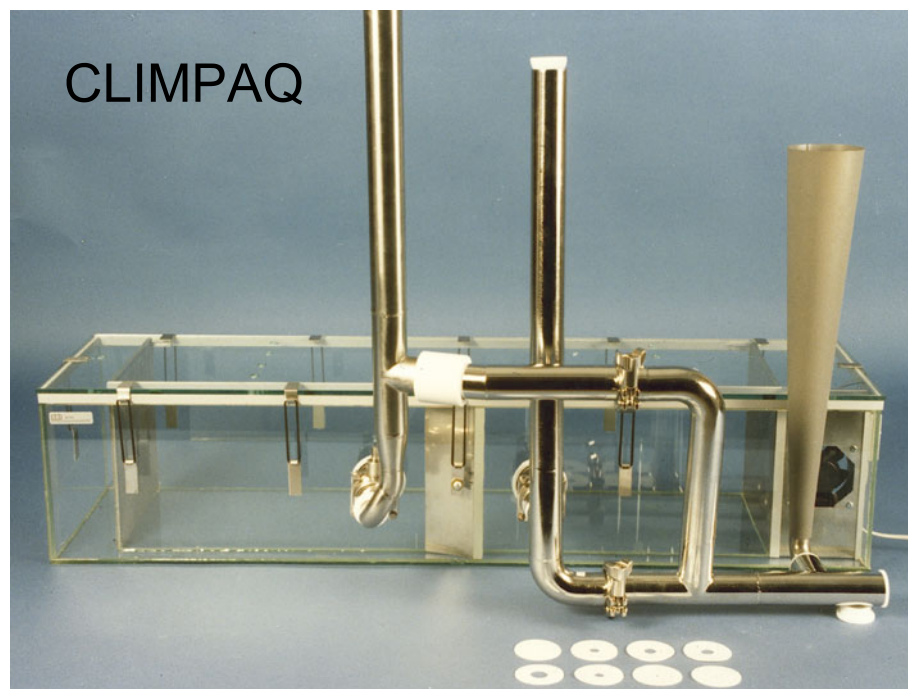
Tabel 2. Forsøgsplan for sensoriske og kemiske målinger

Uge	Undersøgelse af:	Sensoriske målinger	Kemiske målinger	
			VOC	Carbonylforbindelser
2	Afgasningsforløb	X	X	X
	Tilvænning	X		
12	Afgasningsforløb	X	X	X
	Tilvænning	X		
25	Afgasningsforløb	X	X	X
	Oplysning	X		
51	Afgasningsforløb	X	X	
	Oplysning	X		

Forsøgsfaciliteter

De samtidige sensoriske og kemiske målinger af afgasningerne fra materialerne blev foretaget i By og Byg's luftkvalitetslaboratorium (Ekberg og Nielsen, 1995) i testkamre af CLIMPAQ typen (Nordtest, 1998), se Figur 1. Kammeret er lavet af glas og har et volumen på 51 liter. De materialer, som blev undersøgt, blev placeret i hvert sit testkammer. Kamrene blev ventileret med 0,9 l/s kul-filtreret og konditioneret udeluft ved 23 °C og 45 % relativ luftfugtighed. Luften fra kamret blev ledt igennem en tragt, hvor luftkvaliteten blev bedømt af et sensorisk panel og de kemiske målinger foretaget. Målinger af ventilationsrater i de forskellige testkamre på de forskellige forsøgsdage fremgår af Bilag 5. Målingerne blev foretaget umiddelbart før, der blev foretaget sensoriske og kemiske målinger.

Testkamrene blev rengjorte mindst 2 uger før materialerne blev placeret i dem. Følgende vaskeanvisning blev som minimum fulgt: et hætemål (20 ml) Extran blev hældt i testkammeret, kammeret blev fyldt med varmt vand, overflader blev renseset med ren klud eller ren børste, kammeret blev tømt for alt vand og skyllet grundigt med masser af rindende varmt vand og tømt igen, herefter blev kammeret skyllet med rigeligt rindende ionbyttet vand for at undgå kalkaflejringer. Det overskydende vand dryppede af mens kammeret lå med bunden i vejret hvorefter det stadig fugtige kammer, med låg, blev sat tilbage på sin plads i luftkvalitetslaboratoriet for at tørre ved en ventilationsrate på 0,9 L/s.



Figur 1. Testkammeret, CLIMPAQ, hvori det undersøgte materiale blev placeret. Afkastluften fra kammeret blev ledt igennem en tragt, hvor det sensorisk panel kunne bedømme luftkvaliteten og hvor de kemiske målinger blev foretaget.

Sensorisk panel

Tidligere deltagere i By og Byg's sensoriske panel modtog inden første forsøgsdag et brev og "praktiske oplysninger", se Bilag 6. Af dem som svarede på henvendelsen blev 44 udvalgt med henblik på at udgøre det sensoriske panel for de aktuelle forsøg. Der deltog i gennemsnit 33 personer, med 34, 35, 31 og 32 på de 4 forsøgsg dage. Under bedømmelserne var materialerne skjult for det sensoriske panel. De sensoriske bedømmelser blev foretaget på spørgeskemaet, der er vist i Bilag 7. Panelet var instrueret i at foretage bedømmelserne umiddelbart efter, at de havde sat deres næser til bedømmelsestragterne dvs. efter første inhalering. For at undgå tilvænning til luftforureninger under forsøget blev der holdt 3 minutters pause i filtreret luft mellem hver bedømmelse.

Kemiske målinger

Der blev foretaget 2 typer af kemiske målinger. Den ene blev brugt til måling af VOC'er (Volatile Organic Compounds), som er en gruppe af stoffer, der bl.a. omfatter de såkaldte organiske opløsningsmidler. Den anden blev brugt til måling af carbonylforbindelser, som er en særlig type VOC'er, der kræver en speciel opsamlings- og analysemetode. Målingerne af VOC'er og carbonylforbindelser blev foretaget samtidig og ca. 2 dage før de sensoriske målinger (se Tabel 2).

Der blev ikke foretaget baggrundsmålinger af VOC'er og carbonylforbindelser i de rengjorte testkamre før indsættelse af materialer. I stedet for blev

der målt VOC'er og carbonylforbindelser i ét tomt testkammer samtidig med målingerne i de andre kamre.

Måling af VOC'er

VOC'erne blev opsamlet på adsorbentrør (Tenax rør) med pumpe, hvorefter rørene blev lukket, transporteret til AMI i Rilsan-poser og opbevaret i køleskab indtil analyse senest 14 dage efter opsamling. Analyserne blev foretaget med termisk desorption og gaschromatografi. Målingerne af VOC'er er beskrevet i detaljer i Bilag 11.

Måling af carbonylforbindelser

Carbonylforbindelserne blev opsamlet på dinitrophenylhydrazin-rør (DNPH-rør) med pumpe, hvorefter de blev lukket, transporteret til AMI og opbevaret i køleskab indtil analyse. Analyserne blev foretaget med ekstraktion af DNPH-rørene og efterfølgende gaschromatografisk analyse med massespektrometrisk detektion (GC-MS). Målingerne af carbonylforbindelser er beskrevet i detaljer i Bilag 11. Det blev besluttet ikke at måle carbonylforbindelser i testkamrene i uge 51, da de alle var tæt på eller under detektionsgrænserne allerede i uge 25 (se Tabel 2).

Sensorisk bedømmelse af rene linolier anvendt i færdigvare

For at kunne vurdere betydningen af de indgående linolier i de 6 undersøgte materialer blev disse rekvireret direkte fra hver producent. Der blev afmålt en lige stor mængde af hver type linolie, som blev hældt i petriskåle, se Bilag 3. Disse prøveemner blev placeret i hver sit testkammer ca. et døgn før, de blev undersøgt med den sensoriske metode beskrevet ovenfor, dvs. med bedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet. Der blev ikke foretaget samtidige kemiske målinger, men der blev derimod lavet GC-O på 2 af de rene linolier, se afsnittet "Gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O)".

Betydning af tilvænning til materialernes lugt

Under realistiske forhold i virkelige rum sker der en delvis tilvænning til lugten fra materialer (Gunnarsen og Fanger, 1992) og (Jørgensen og Vestergaard, 1998). For at få et mere realistisk billede af hvordan materialer påvirker indeklimaet, blev det derfor undersøgt, om denne tilvænning på en simpel måde kunne simuleres i laboratoriet. Derfor blev sensoriske bedømmelser foretaget efter forskellige antal inhalationer. Under afgangsforsøgene, se ovenfor, blev acceptabilitet og intensitet bedømt i eksponeringstragt umiddelbart efter én inhalation. I dette forsøg blev bedømmelser foretaget efter 3, 6 og 10 inhalationer i bedømmelsestragterne på den samme forløbsdag. Rækkefølgen var randomiseret.

Betydning af oplysning ved de sensoriske målinger

Når afgangningen fra materialer undersøges i laboratoriet får det sensoriske panel, der bedømmer den oplevede luftkvalitet normalt ikke noget at vide om, hvad det er for nogle materialer der undersøges. Bedømmelserne foretages "blindt", ved at materialerne er skjult ved bedømmelserne og den eneste oplysning, der gives om materialerne, er, at det er "almindelige materialer, som bruges i bygninger". Det panelet oplever kan virke unaturligt i forhold til, når personer fx går ind i en bygning eller ind i et rum, hvor materialerne er synligt tilstede, og hvor der derfor er en naturlig forventning om, at

der lugter af de materialer, der er anvendt. Uvidenhed eller kendskab til hvilke materialer der undersøges kan derfor måske påvirke bedømmelsen af den oplevede luftkvalitet.

Det blev derfor undersøgt, om det påvirkede de sensoriske bedømmelser, at panelet fik oplyst om det var et "økologisk" eller "syntetisk" materiale de skulle lugte til. De linolieholdige materialer blev benævnt "økologiske" og de konventionelle syntetiske materialer "syntetiske". Afgasningsforsøgene, se ovenfor, forgik "blindt", og blev gennemført umiddelbart før disse forsøg. Ved dette forsøg fik panelet at vide, at "vi havde gjort en ny opstilling klar til dem". Materialerne blev ikke flyttet i forhold til den placering de havde i afgasningsforsøget. Da opstillingen består af 24 testkamre, blev det vurderet, at det ikke var muligt at huske, hvad der tidligere blev bedømt ved et givent testkammer. Der blev lagt sedler i A4 format på hvert testkammer, hvorpå materialerne var beskrevet, og det var angivet, om det var et "økologisk" eller et "syntetisk" materiale, se Bilag 8.

Forsøget blev gennemført 2 gange. Første gang, i uge 25, med rigtige oplysninger for alle materialerne. Anden gang, i uge 51, var der byttet om på oplysningerne for Linoleum 2 og PVC og for Linolieholdig maling 2 og Syntetisk maling. Panelet bedømte acceptabilitet og intensitet efter, at de havde læst oplysningerne om materialerne på skiltene.

Identifikation af enkelt-komponenter i materialernes afgasning af lugtstoffer

Gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O)

Ved de sensoriske målinger i testkamrene tog panelisterne stilling til det samlede lugtbillede, som udgjordes af mange forskellige stoffer. Men ved de kemiske målinger af luften fra testkamrene, blev der anvendt gaschromatografi, som er en teknik, der kan adskille de enkelte komponenter fra hinanden, hvorved det er muligt at identificere dem. Gaschromatografi kan dog ikke entydigt bruges til at afgøre hvilke stoffer, der har betydning for et materials lugt.

Ved at kombinere de 2 teknikker og bruge den menneskelige næse som detektor på en gaschromatograf, kan det afgøres hvilke enkelt-komponenter, der har betydning for det samlede lugtindtryk (Acree, 1997). Denne teknik kaldes gaschromatografi-olfaktometri (GC-O) og princippet fremgår af den skematiske tegning i figur 2 og af billedet i Figur 3.

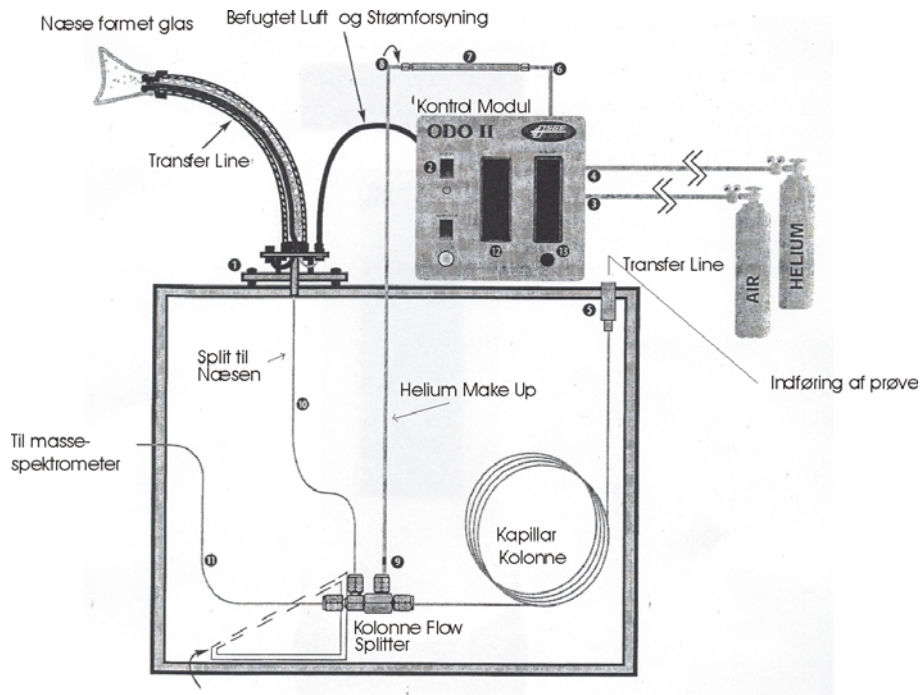
GC-O anvendes normalt mest inden for parfume- og aroma-industrien, men har også været anvendt i indeklimamæssig sammenhæng (Schleibinger et al., 2001) og til lugtevaluering af linoleum (Jensen et al., 1995a). GC-O er en ressourcekrævende metode og måtte derfor begrænses til, som detaljeret undersøgelse, kun at blive brugt på 3 materialer.

Pilotforsøg skulle derfor bruges til at finde de materialer, der var mest egnede til GC-O. Dvs. de materialer, der havde en afgasning med komponenter, der kunne detekteres sensorisk med GC-O, som kunne identificeres med massespektrometri (MS), og som ved et kvalificeret gæt ville vedblive at være i afgasningen over lang tid.

Efter de 2 første sensoriske bedømmelser blev det besluttet at undersøge Linolieholdig gulvolie 1 og den linolie den var produceret ud fra, Linolie (Linolieholdig gulvolie 1), samt den linolie der ved de sensoriske analyser gav mindst respons, Linolie (Linolieholdig gulvolie 2).

Prøvepreparering

Da prøver til GC-O af praktiske grunde ikke kunne tages fra kamrene fra starten, hvor afgasningen ofte er kraftigst, blev det besluttet at lave en selvstændig prøvepreparering. Der blev brugt 2 præpareringsmetoder, som det fremgår af Bilag 11 og Tabel 3.



Figur 2. Principskitse for gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O).



Figur 3. Foto af GC-O-apparatur og GC-O-panelist. Mikrofonen på næsetragten blev brugt til at optage kommentarer fra panelisten under chromatograferingen på videotape, hvor de tilhørende og samtidige billeder viste chromatogrammet fra massespektrometret.

GC-O forsøgene

Det blev besluttet at lade 6 GC-O-panelister (A-F) deltage i forsøgene. Disse personer var ikke en del af det sensoriske panel, som blev brugt ved testkammer-forsøgene. Der blev udført 6 GC-O-forsøg med Linolieholdig gulvolie 1 og Linolie (Linolieholdig gulvolie 1), men kun 3 forsøg med Linolie (Linolieholdig gulvolie 2). En oversigt over de rapporterede forsøg fremgår af Tabel 3.

GC-O-analyser

Prøvetagning og analyse er beskrevet i detaljer i Bilag 11. Andre detaljer fremgår af Figur 2 og 3.

Tabel 3. Rapporterede GC-O-forsøg.

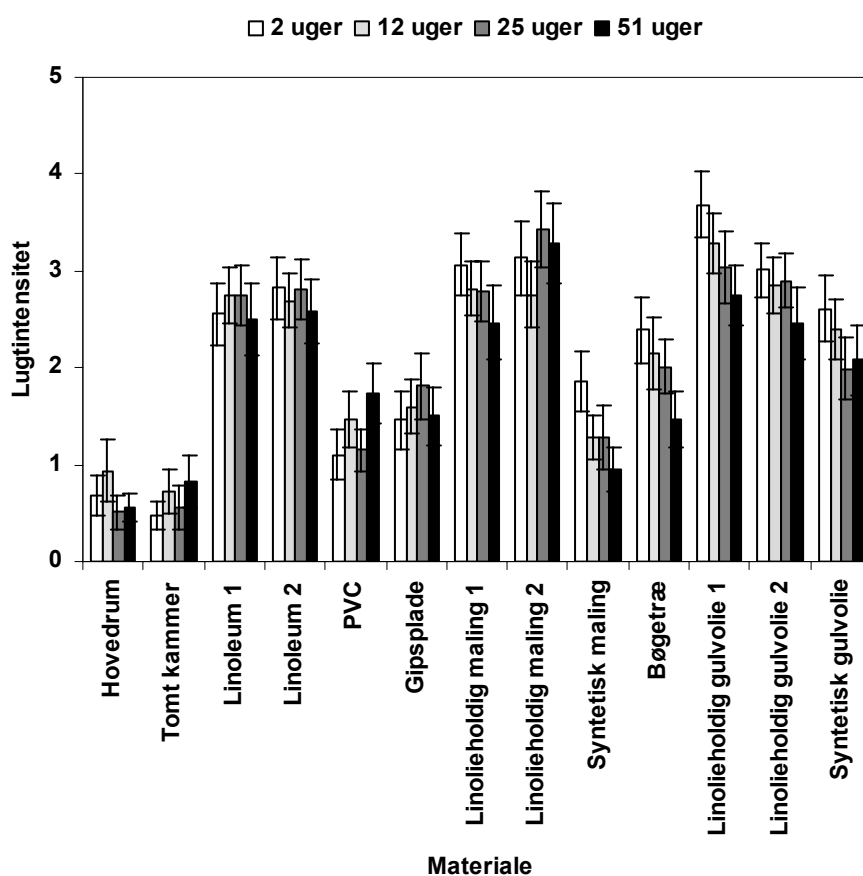
Dato	GC-O-panelist	Materiale	Prepara-tionsmetode (nr.)	Prøvetagning efter tørring (dage)	Prøvetagnings volumen (l)
080703	C	Linolieholdig gulvolie 1	1	1	3,6
080703	B	Linolieholdig gulvolie 1	1	1	3,6
100703	A	Linolieholdig gulvolie 1	1	1	3,6
060803	B	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	1	1	3
070803	C	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	1	1	4,5
070803	A	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	1	1	3
170903	E	Linolie (Linolieholdig gulvolie 2)	1	2	12
031003	D	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	2	2	3
031003	E	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	2	2	3
031003	F	Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	2	3	3
081003	D	Linolieholdig gulvolie 1	2	3	3
081003	E	Linolieholdig gulvolie 1	2	3	3
081003	D	Linolie (Linolieholdig gulvolie 2)	2	3	3
091003	A	Linolie (Linolieholdig gulvolie 2)	2	3	3
201003	F	Linolieholdig gulvolie 1	2	3	3

Resultater og diskussion

Samtidige sensoriske og kemiske målinger

Sammenligning af sensoriske data for de forskellige materialer

Figur 4 og 5 viser henholdsvis det sensoriske panels middelbedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet foretaget 2, 12, 25 og 51 uger efter at materialerne blev placeret i testkamrene.

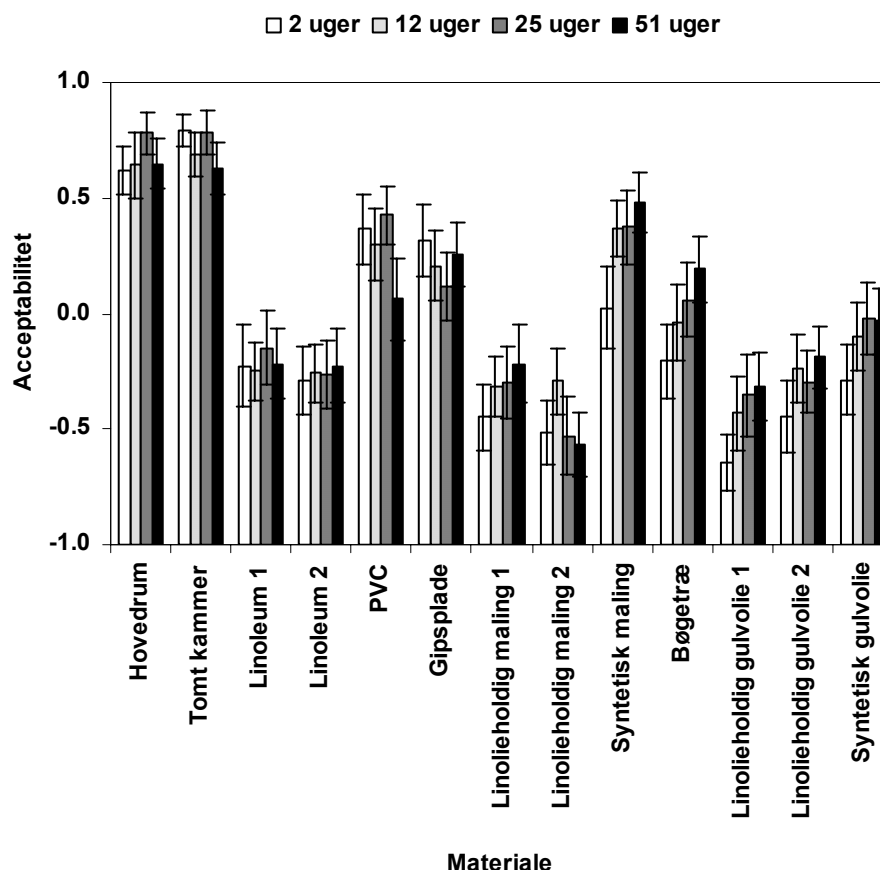


Figur 4. Middelbedømmelser af lugtintensitet for de elleve materialer, et tomt kammer og hovedrum ved de 4 bedømmelser efter 2, 12, 25 og 51 uger. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.

Følgende statistiske analyser blev foretaget ved hjælp af Wilcoxon Matched Pairs Test. De detaljerede resultater fremgår af Bilag 9.

Tomt kammer

Det tomme kammer fik en signifikant lavere lugtintensitetsvurdering og en signifikant højere acceptabilitetsvurdering end alle andre materialer i alle 4 sessioner (fra uge 2 til uge 51) med én undtagelse nemlig Syntetisk maling på gipsplade i uge 51. Bedømmelserne af materialerne bør ses i forhold til bedømmelserne af det tomme kammer, som udgør baggrundsniveauet for alle bedømmelser, idet det tomme kammer gav den lavest opnåelige intensitetsvurdering og den højeste opnåelige acceptabilitetsvurdering.



Figur 5. Middelbedømmelser af acceptabilitet for de elleve materialer, et tomt kammer og hovedrum ved de 4 bedømmelser efter 2, 12, 25 og 51 uger. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.

Gulvmaterialer

I alle sessioner (fra uge 2 til uge 51) konstateredes følgende resultater: Lugtintensitetsvurderingerne var høje og acceptabilitetsvurderingerne var lave for begge typer linoleum, og der var ingen forskel på vurderingerne mellem de 2 typer linoleum selv om der kan være store forskelle på lugtintensiteten mellem forskellige typer linoleum (Jensen et al., 1995a). PVC fik en signifikant lavere lugtintensitetsvurdering og en signifikant højere acceptabilitetsvurdering end begge typer linoleum.

Maling på gipsplader

I alle sessioner fik malingerne (både linolieholdig og syntetisk) en signifikant højere lugtintensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end gipsplade alene (med undtagelse i acceptabilitetsvurdering i uge 12). Der var ingen forskel på vurderingerne mellem de 2 typer linolieholdig maling i uge 2 og uge 12. Men i uge 25 og uge 51 var lugtintensitetsvurderingen signifikant højere og acceptabilitetsvurderingen signifikant lavere for Linolieholdig maling 2 end for Linolieholdig maling 1. Den syntetiske maling fik en signifikant lavere lugtintensitetsvurdering og en signifikant højere acceptabilitetsvurdering end begge linolieholdige malinger i alle sessioner (uge 2 til uge 51).

Olier på bøgetræ

I alle sessioner (fra uge 2 til uge 51) fik begge typer linolieholdig gulvolie på træ en signifikant højere lugtintensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end bøgetræ alene. Der var ingen forskel på vurderingerne mellem Syntetisk gulvolie på træ og træ alene i uge 2, uge 12 og uge 25. Men i uge 51 havde Syntetisk gulvolie på træ en signifikant højere lugt-

intensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end træ alene.

Lugtintensitetsvurderingerne var generelt høje og acceptabilitetsvurderingerne generelt lave for begge typer linolieholdige gulvolier. Linolieholdig gulvolie 1 på træ fik en signifikant højere lugtintensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end Linolieholdig gulvolie 2 på træ i uge 2 og uge 12. Men i uge 25 og uge 51 var der ingen forskel på vurderingerne mellem de 2 typer linolieholdige gulvolier.

Linolieholdig gulvolie 1 på træ fik en signifikant højere lugtintensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end Syntetisk gulvolie på træ i alle sessioner (uge 2 til uge 51). Der var ingen forskel på vurderingerne mellem Linolieholdig gulvolie 2 på træ og Syntetisk gulvolie på træ i uge 2. Men i uge 12, uge 25, og uge 51 fik Linolieholdig gulvolie 2 på træ en signifikant højere lugtintensitetsvurdering og en signifikant lavere acceptabilitetsvurdering end Syntetisk gulvolie på træ.

Sensorisk måling af materialernes afgang over tid

Der var i alt 23 forsøgsdeltagere, der både deltog i uge 2 og uge 51. For disse forsøgsdeltagere var der i de fleste tilfælde signifikante korrelationer (Spearman Rank Order Correlations) i vurderingen mellem den første og den sidste session både vedrørende lugtintensitet og acceptabilitet. Se Bilag 9 for detaljer.

I det følgende fokuseres på sammenligning af vurderingerne fra disse 23 forsøgsdeltagere i uge 2 og uge 51. Analyserne blev foretaget ved hjælp af Wilcoxon Matched Pairs Test. Bilag 9 viser analyseresultaterne.

Gulvmaterialer

I hverken lugtintensitetsvurdering eller acceptabilitetsvurdering var der ændring efter 1 år for begge typer linoleum. For PVC's vedkommende var der en signifikant forhøjelse i lugtintensitetsvurdering og en tendens til nedsættelse i acceptabilitetsvurderingen efter 1 år. Det kan ikke umiddelbart forklares men bør undersøges yderligere for at klarlægge om der er tale om en reel effekt efter længere tids afgang.

Maling på gipsplade

I hverken lugtintensitetsvurdering eller acceptabilitetsvurdering var der ændring efter 1 år for gipspladens vedkommende. For Linolieholdig maling 1 på gipsplade var der en tendens til nedsættelse af lugtintensitetsvurderingen og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen efter 1 år. For Linolieholdig maling 2 på gipsplade var der hverken ændring i lugtintensitetsvurderingen eller acceptabilitetsvurderingen efter 1 år. For Syntetisk maling på gipsplade var der både en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen og en signifikant og markant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen efter 1 år.

Olier på bøgetræ

For bøgetræ var der både en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen efter 1 år. Dette var også tilfældet for Linolieholdig gulvolie 1 på træ og Syntetisk gulvolie på træ. For Linolieholdig gulvolie 2 på træ var der en svag tendens til nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen efter 1 år.

Indeklimamærkning af de linolieholdige materialer?

Et relevant spørgsmål er, om de undersøgte linolieholdige materialer kan opnå Indeklimamærket. For at et materiale kan opnå mærket, skal bedømmelser af oplevet luftkvalitet opfylde fastlagte godkendelsesniveauer. Disse er 1) bedre end 0 på acceptabilitetsskalaen og 2) bedre end 2 på lugtinten-

sitetsskalaen, skalaerne er vist i Bilag 7. Som beskrevet ovenfor adskiller forsøgsbetingelserne i denne undersøgelse sig kun fra betingelserne i indeklimamærkningsordningen ved at simulere et rum med et luftskifte på 1 h^{-1} henholdsvis 2 h^{-1} i forhold til $0,5 \text{ h}^{-1}$ i mærkningsordningen. Det højere luftskifte i denne undersøgelse, betyder at forureningen fra materialerne vil forekomme i lavere koncentrationer, end de koncentrationer der ville være, hvis materialerne blev undersøgt med henblik på at opnå Indeklimamærket. Da bedømmelserne af både acceptabilitet og lugtintensitet falder uden for godkendelsesniveauerne for alle de undersøgte linolieholdige materialer i hele perioden på et år, vil ingen af materialerne kunne opnå Indeklimamærket.

Kemisk måling af materialernes afgang over tid

Udvalgte VOC'er og carbonylforbindelser målt i testkamrene fremgår fremgår af Figur 6 – Figur 8 og af Figur 9 – 11. Da der samlet var tale om flere hundrede forskellige stoffer i afgangningen fra materialerne, blev der foretaget en udvælgelse af relevante (lugtende og irriterende) stoffer til kvantitativ præsentation og diskussion i denne rapport. Mangfoldigheden af VOC'er og de relative koncentrationer illustreres af chromatogrammerne i Bilag 12 – 14.

I et chromatogram består en top ideelt set af ét stof, og jo højere toppen er, desto mere er der af stoffet. VOC'erne i Figur 6 – Figur 8 blev valgt ud fra GC-O analyserne af Linolieholdig gulvolie 1 og 2 linolier, således at det var alle stoffer, som havde betydning for lugten fra de linolieholdige materialer (dvs. som kunne detekteres med GC-olfaktometri), og således at de var mulige at kvantificere med TD-GC-FID (se Bilag 11). Carbonylforbindelserne blev kun valgt ud fra kvantificerbarhed med den anvendte metode (se Bilag 11). Baseret på GC-O analyserne var det kun acetaldehyd og propanal, der havde betydning for lugten, de andre målte carbonylforbindelser er i højere grad irriterende (se VOCBASE, Jensen og Wolkoff, 1996).

Tomt kammer, ren gipsplade og bøgetræ

Koncentrationsniveauet af de udvalgte VOC'er og carbonylforbindelser i testkamrene med ren gipsplade og rent bøgetræ var lavt og adskilte sig ikke fra det tomme kammer. De tilsyneladende lavere koncentrationer af carbonylforbindelser i uge 2 kan skyldes, at målemetoden blev ændret ved målingerne i uge 12 og 25.

Gulvmaterialer

Afgangningen fra PVC af de udvalgte VOC'er og carbonylforbindelser var på niveau med det tomme kammer. Det er dog kendt, at PVC kan afgasse andre stoffer, som lugter (Clausen et al., 1993) og som muligvis kan forklare at PVC lugter signifikant mere end det tomme kammer (se Figur 4). Derimod var koncentrationerne af de udvalgte VOC'er fra Linoleum 1 og 2 stort set konstante, sammenlignelige og væsentligt højere end i det tomme testkammer. De målte carbonylforbindelser fra Linoleum 1 og 2 gav i uge 12 stort set højere koncentrationer end i det tomme testkammer, men faldt til samme niveau i uge 25.

Maling på gipsplade

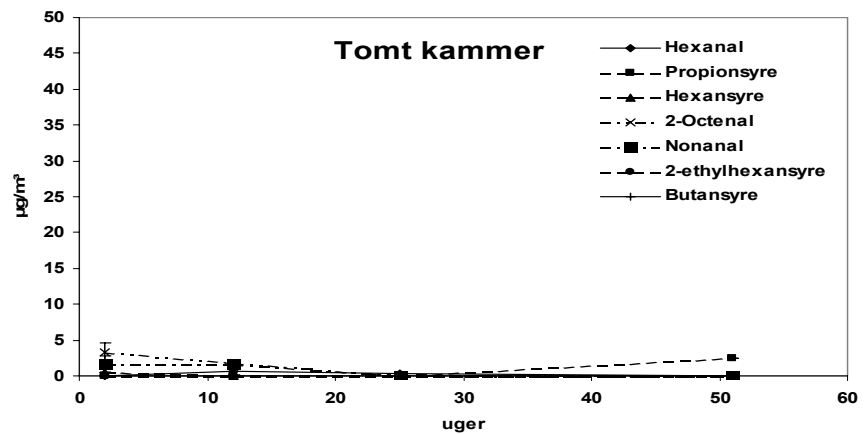
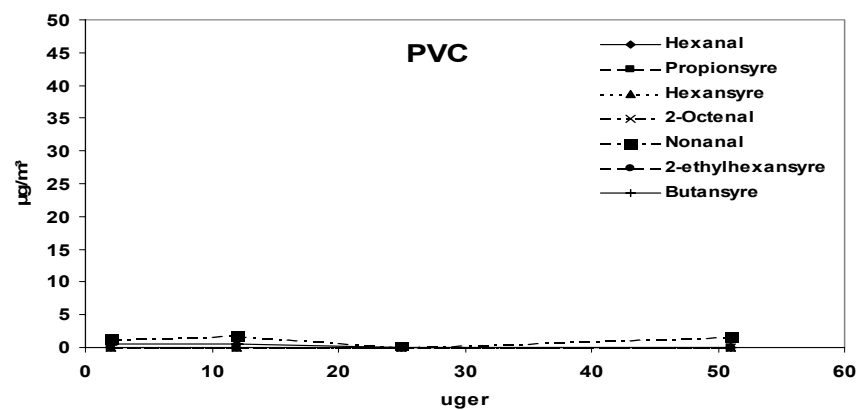
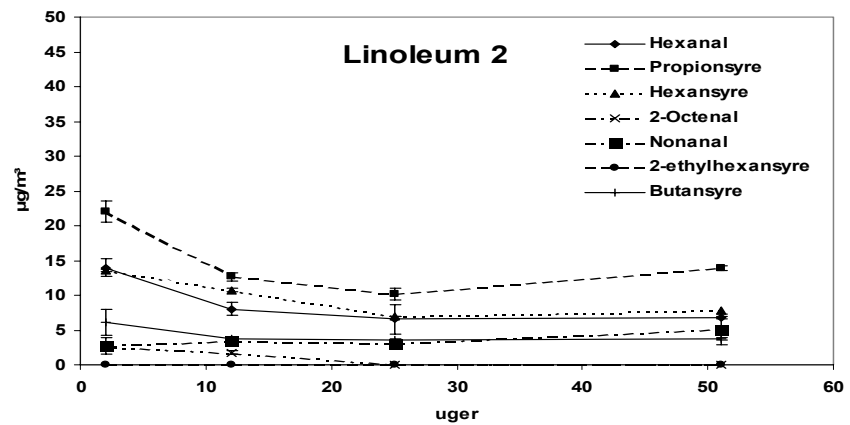
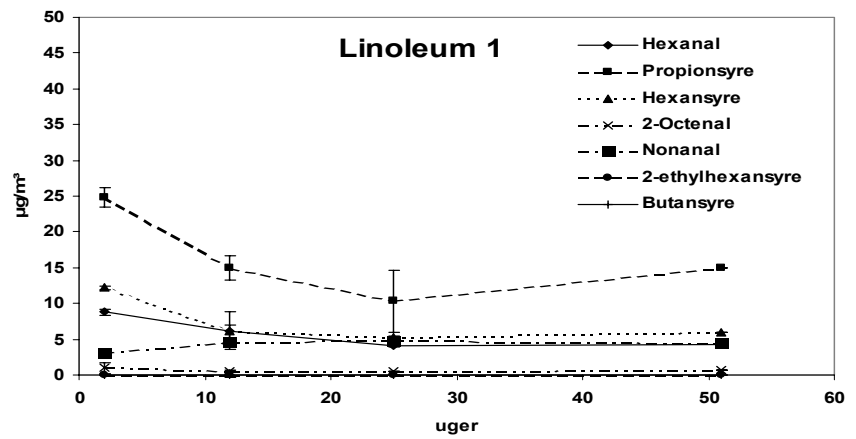
Afgangningen fra Syntetisk maling af de udvalgte VOC'er og carbonylforbindelser var på niveau med gipspladens afgangning. Chromatogrammet af Syntetisk maling i Bilag 13 afslører heller ikke mange forureninger udover de udvalgte, og er også i tråd med, at Syntetisk maling ikke har høj lugtintensitet (se Figur 4). Koncentrationerne af de udvalgte VOC'er og carbonylforbindelser fra Linolieholdig maling 1 og 2 faldt eller var konstante over tid. VOC-koncentrationerne fra Linolieholdig maling 1 var lidt højere end fra Linolieholdig maling 2, som stort set var højere end gipspladens. Nonanal ser ud til at kunne være mere eller mindre konstant over tid (se Figur 6 og 7). De målte carbonylforbindelser fra Linolieholdig maling 1 og 2 havde i uge 2 helt

klart højere koncentrationer end gipspladen, men faldt til samme niveau i uge 25.

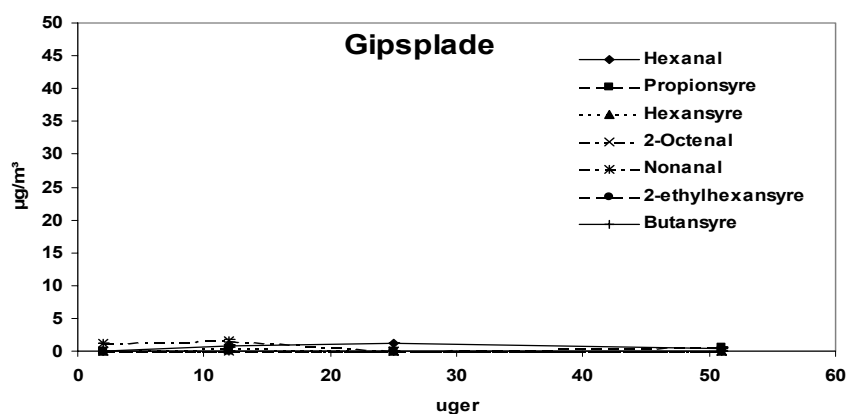
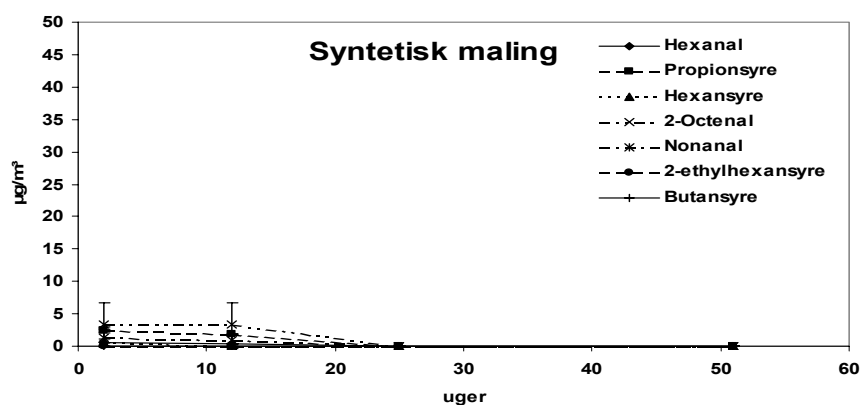
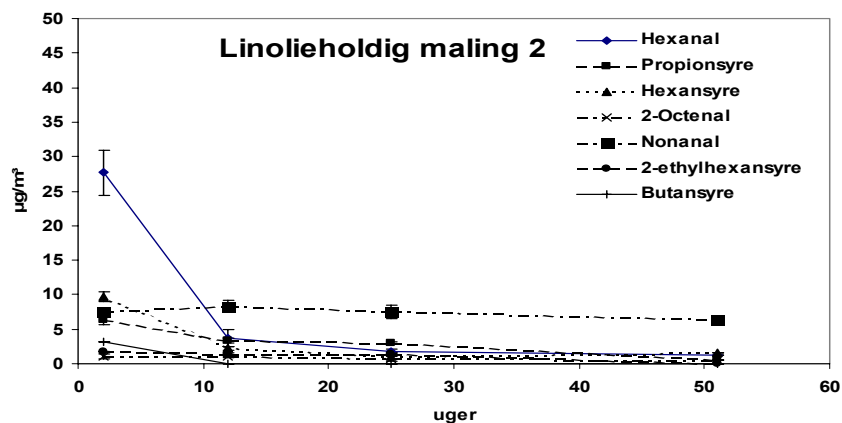
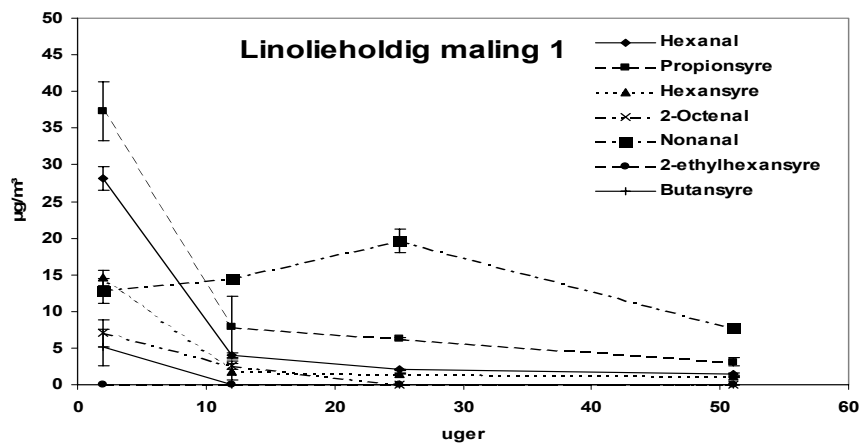
Olier på bøgetræ

Afgasningen af de udvalgte carbonylforbindelser fra Syntetisk gulvolie var på niveau med det rene bøgetræs afgasning og faldt over tid. Afgasningen af de udvalgte VOC'er fra Syntetisk gulvolie var speciel ved, at kun hexanal og propionsyre var over detektionsgrænserne. Tilsyneladende var koncentrationerne af VOC'er og carbonylforbindelser lave for Syntetisk gulvolie (bortset fra hexanal), men chromatogrammet i Bilag 14 afslører store mængder af afgasset stof, som er det tilsatte terpentin. Dette påvirker dog tilsyneladende ikke det sensoriske indtryk, som kun i uge 51 var signifikant højere end rent Bøgetræ (se Figur 4). Generelt faldt VOC-koncentrationerne fra både Syntetisk gulvolie og Linolieholdig gulvolie 1 og 2 over tid og faldt til et niveau, der var lavere end både Linoleum 1 og 2 og Linolieholdig maling 1 og 2. De målte carbonylforbindelser fra Linolieholdig gulvolie 1 og 2 var faldende over tid, men havde højere koncentrationer end både Syntetisk gulvolie og Bøgetræ over hele perioden til uge 25.

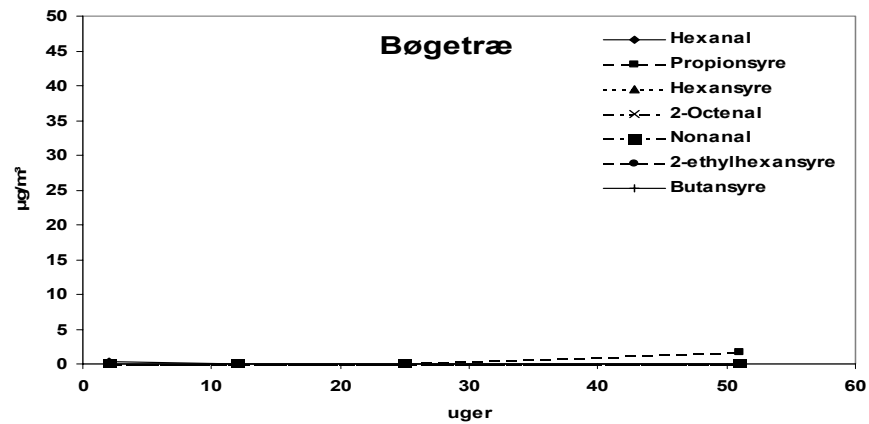
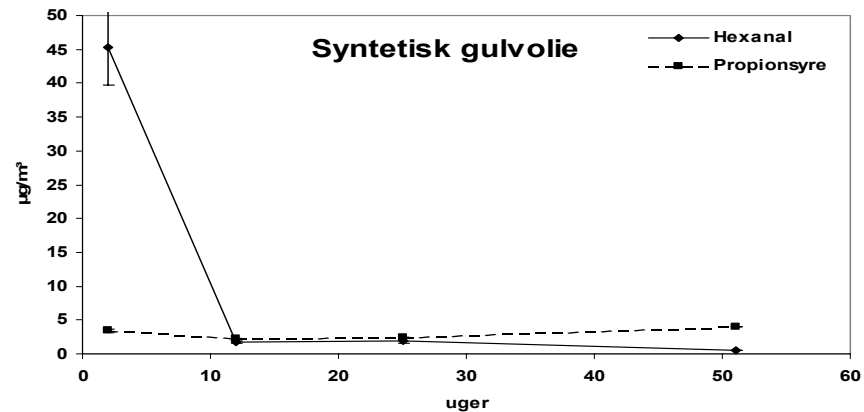
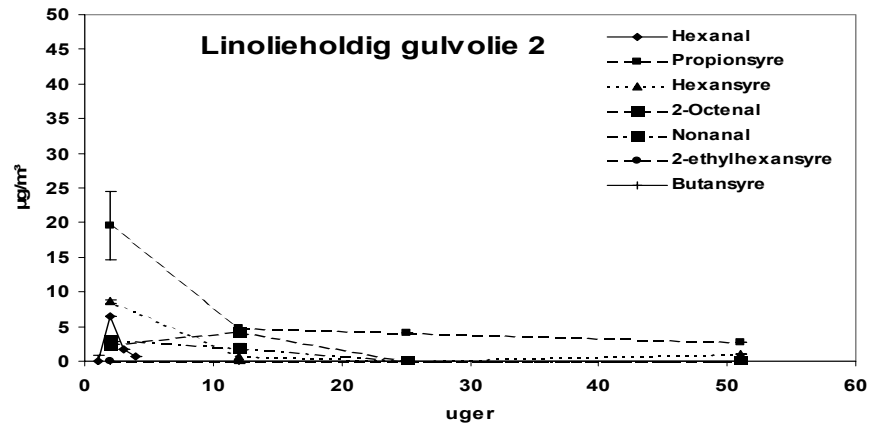
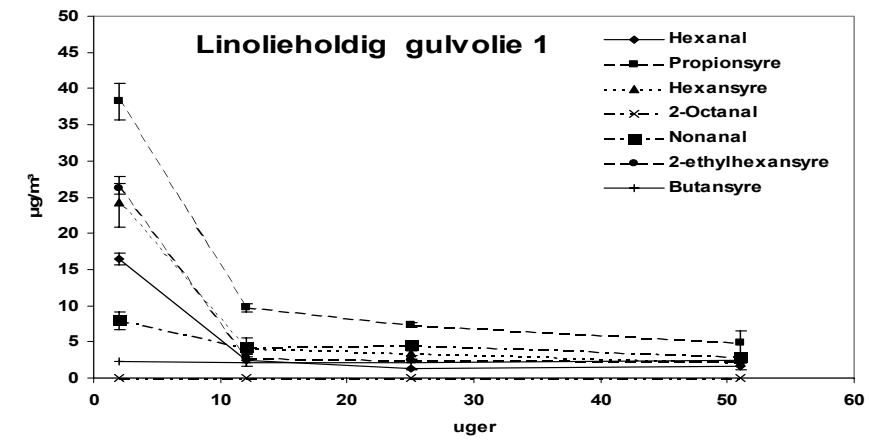
De kemiske målinger var begrænset til kun at omfatte VOC'er og carbonylforbindelser, som kan medføre lugt og muligvis slimhindeirritation. Dette lå dels i projektets formål og dels i en begrænsning i de kemiske metoder. Der blev således ikke målt stoffer, som ikke har betydning for luftkvaliteten, men som godt kan afgasses fra byggematerialer og mistænkes for at have helbreds-effekter. Dette kunne fx være plastblødgørere fra PVC (Afshari et al., in press).



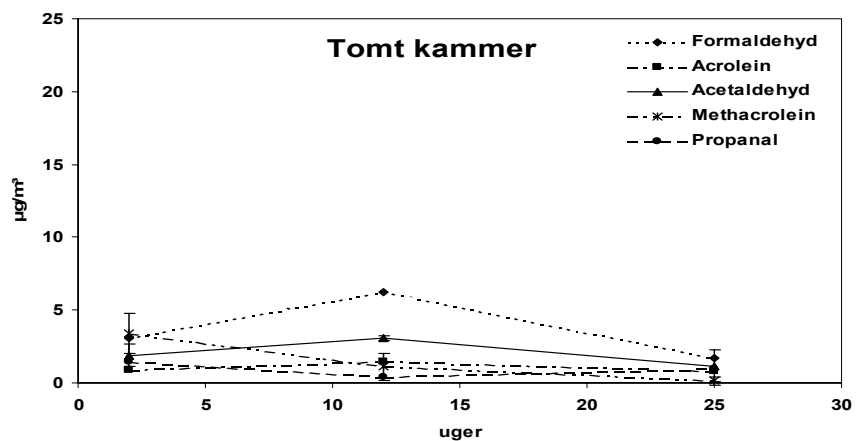
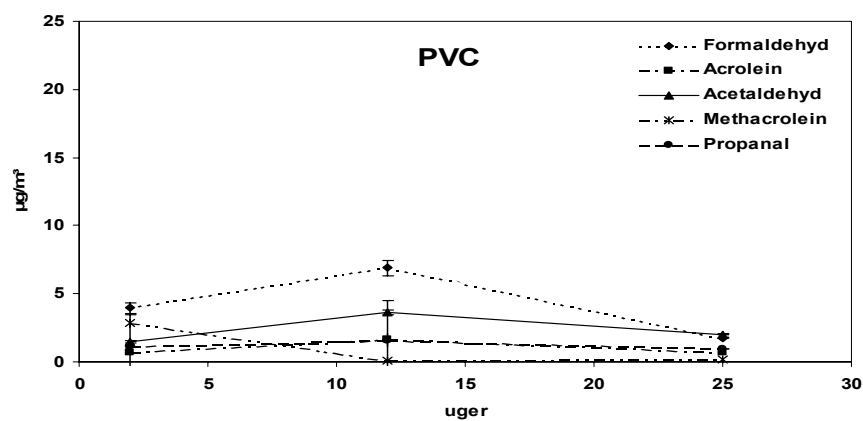
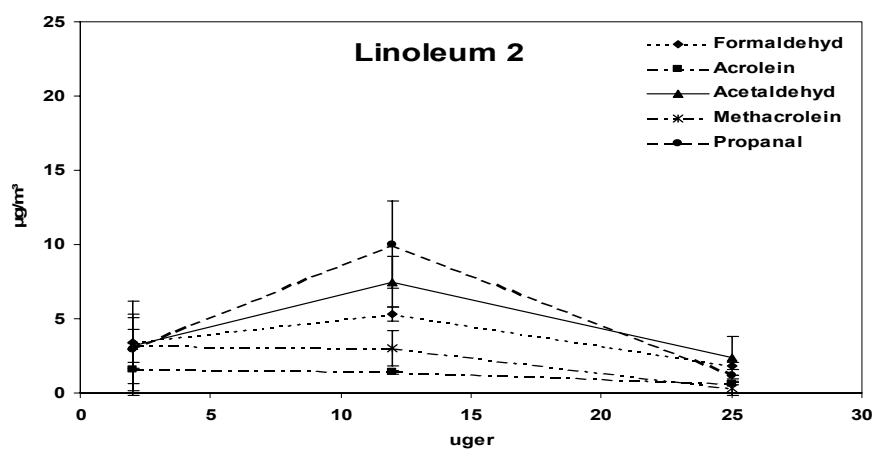
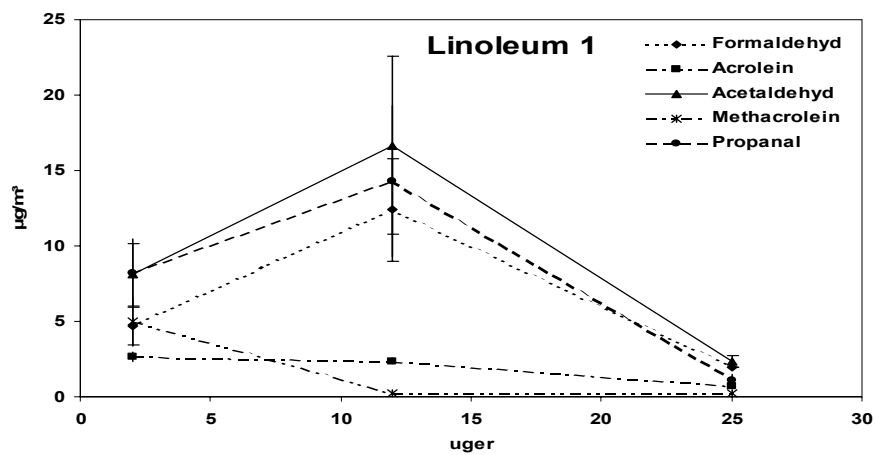
Figur 6. Koncentrationer af udvalgte VOC'er over tid i testkamrene med gulvmaterialer og tomt testkammer.



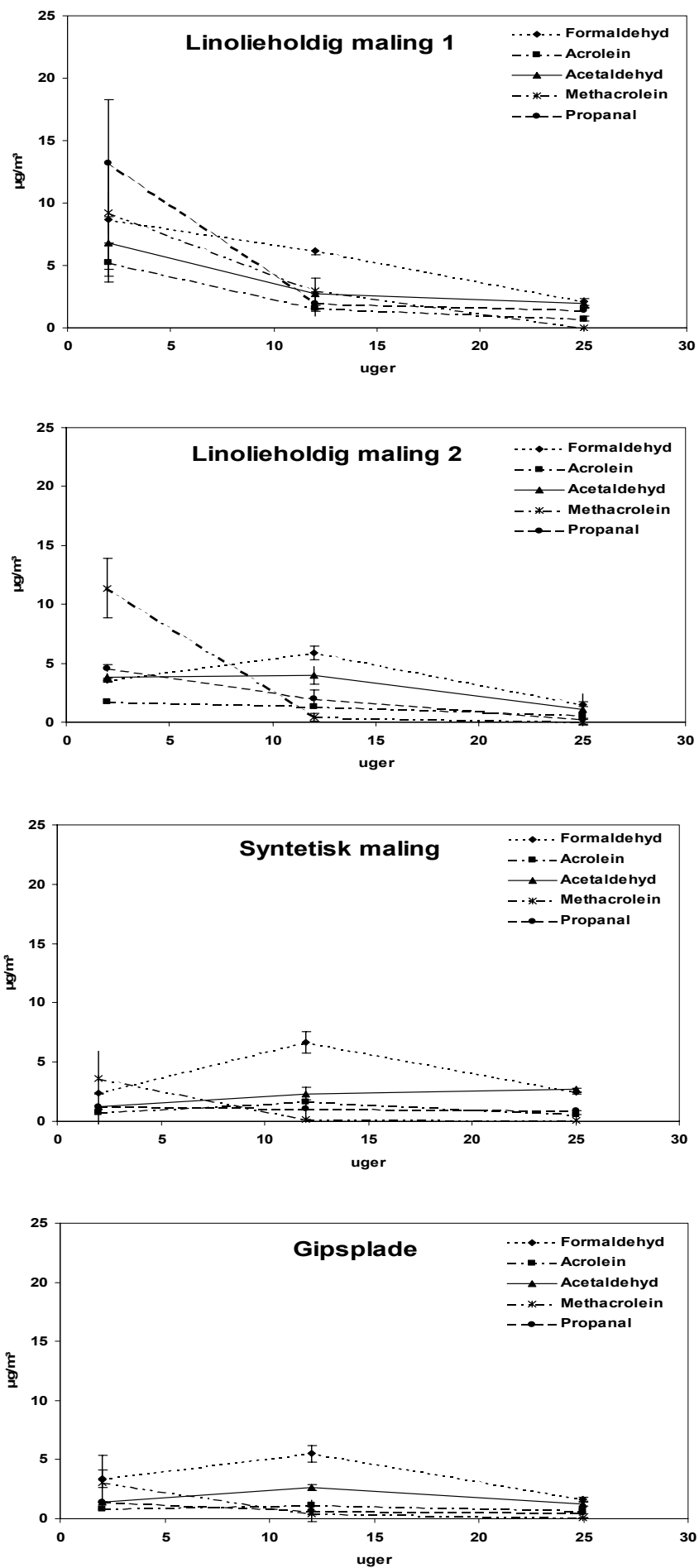
Figur 7. Koncentrationer af udvalgte VOC'er over tid for malinger og gipsplade i testkamrene.



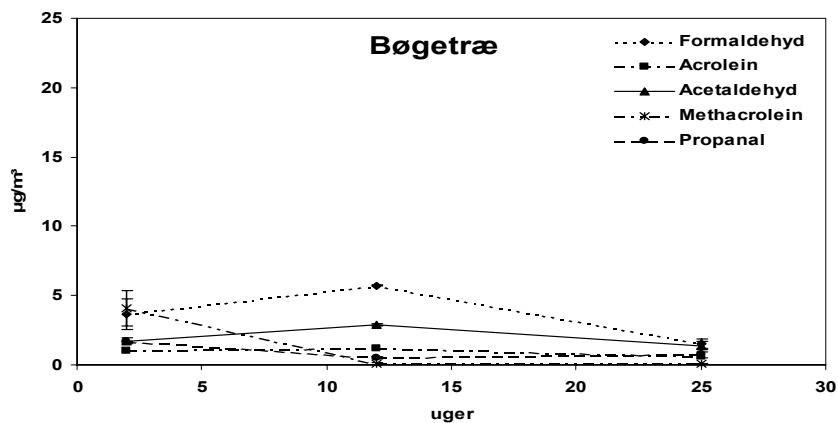
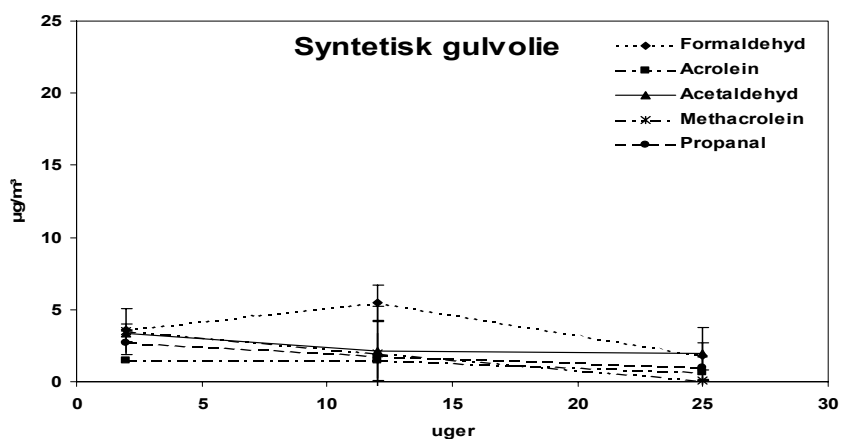
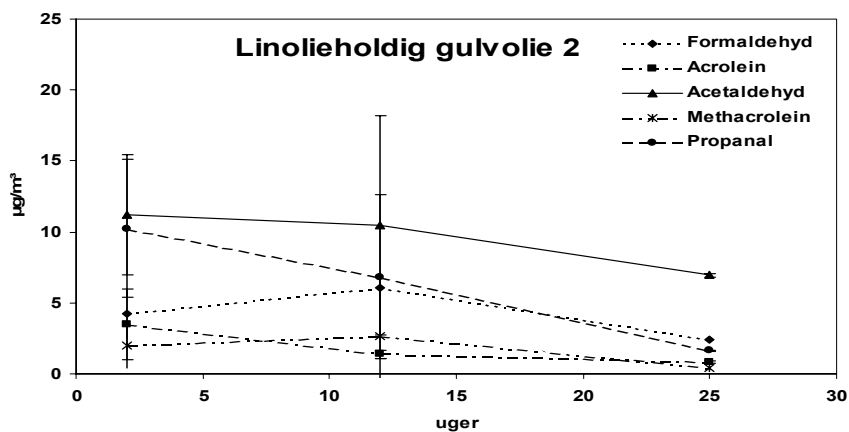
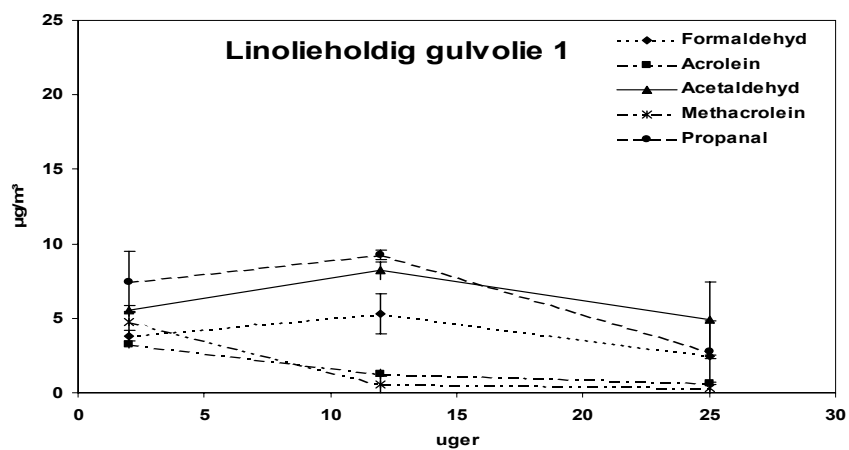
Figur 8. Koncentrationer af udvalgte VOC'er over tid for gulvolier og bøgetræ i testkamrenene.



Figur 9. Koncentrationer af udvalgte carbonylforbindelser over tid i testkamrene med gulvmaterialer og tomt testkammer.



Figur 10. Koncentrationer af udvalgte carbonylforbindelser over tid for malinger og gipsplade i testkammerne.



Figur 11. Koncentrationer af udvalgte carbonylforbindelser over tid for gulvolier og bøgetræ i testkamrene.

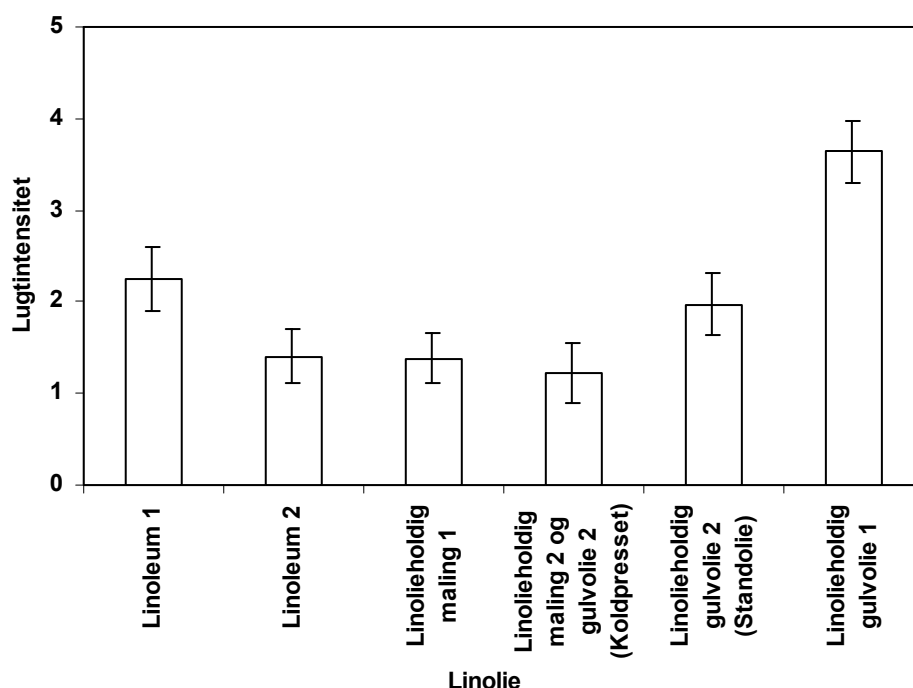
Udviklingen af koncentrationerne af de udvalgte stoffer over tid viste et stærkt fald for nogle VOC'er, og mere eller mindre konstante koncentrationer for andre. De syntetiske materialer havde en lavere afgasning af de udvalgte VOC'er i forhold til de linolieholdige og var ikke meget forskellige fra det tomme kammer og substraterne (gipsplade og bøgetræ), undtagen Syntetisk gulvolie. Koncentrationerne af de målte carbonylforbindelser efter 25 uger adskilte sig ikke meget fra det tomme kammer udtagen for Linolieholdig gulvolie 1 og 2. De målte koncentrationer af carbonylforbindelserne lå dog alle under estimater af deres irritationstærskler ($\sim 0,03 \cdot RD_{50}$, der er bestemt med et standard bioassay (ASTM, 1984)), som var mellem $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $890 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jensen og Wolkoff, 1996 og Larsen og Nielsen, 2000). Koncentrationen af formaldehyd var også langt under $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er blevet konkluderet at under denne koncentration udgør formaldehyd ingen kræftisiko i mennesker (Wibowo, 2003).

Sensoriske versus kemiske målinger

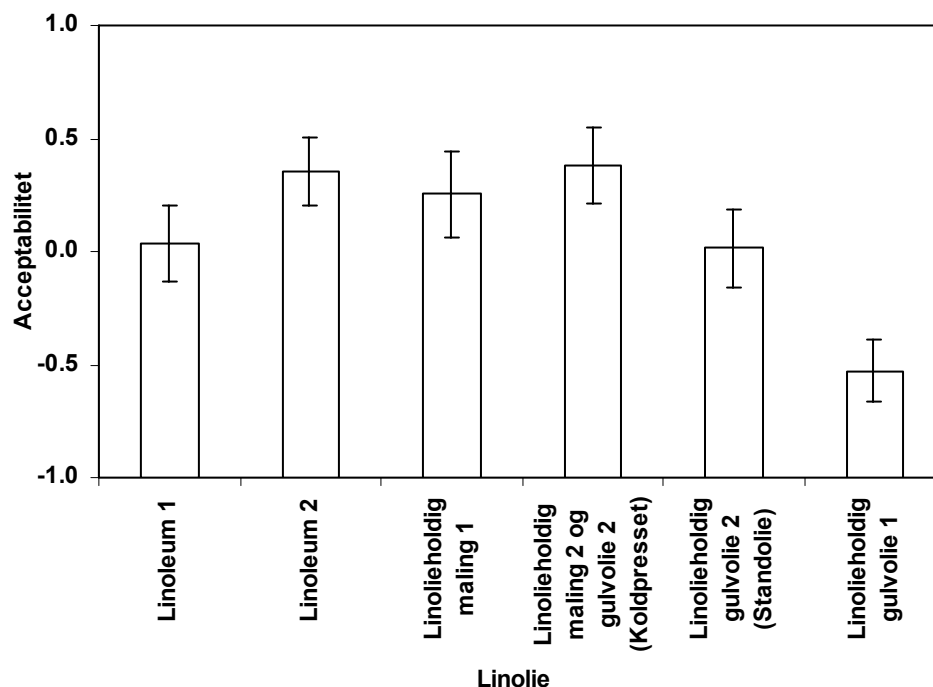
Der har været fremsat den hypotese at årsagen til at materialer generelt ikke ændrer lugt selv efter et år, kunne være konstant afgasning af stoffer, som det hidtil ikke er lykkedes at måle (Knudsen et al., 1999). Resultaterne viser at fx nonanal (se Figur 6 til Figur 8) ser ud til at have en konstant afgasning fra mange af materialerne. Det antydedes således, at konstant afgasning kunne være årsagen og dette støtter den fremsatte hypotese. Det kræver dog yderligere undersøgelser at afklare dette.

Sensoriske bedømmelse af rene linolier anvendt i færdigvare

Figur 12 og Figur 13 viser middelbedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet for de 6 undersøgte linolier, som indgik i de forskellige materialer. Bedømmelserne varierer relativt meget. Linolien som indgår i Linolieholdig gulvolie 1 skiller sig ud fra de øvrige gulvolier med den højeste intensitet og den laveste acceptabilitet. Det stemmer overens med, at Linolieholdig gulvolie 1 ligeledes har den højeste intensitet og den laveste acceptabilitet, specielt i begyndelsen af perioden, i sammenligning med de øvrige produkter.



Figur 12. Middelbedømmelse af lugtintensitet for de 6 undersøgte linolier fra de angivne materialer. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.



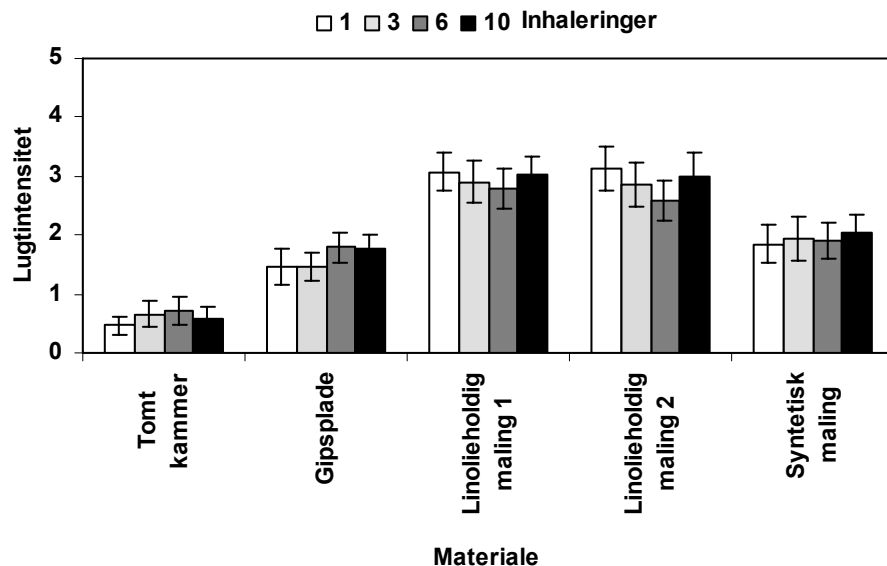
Figur 13. Middelbedømmelse af acceptabilitet for de 6 undersøgte linolier fra de angivne materialer. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.

Betydning af tilvænning til materialernes lugt

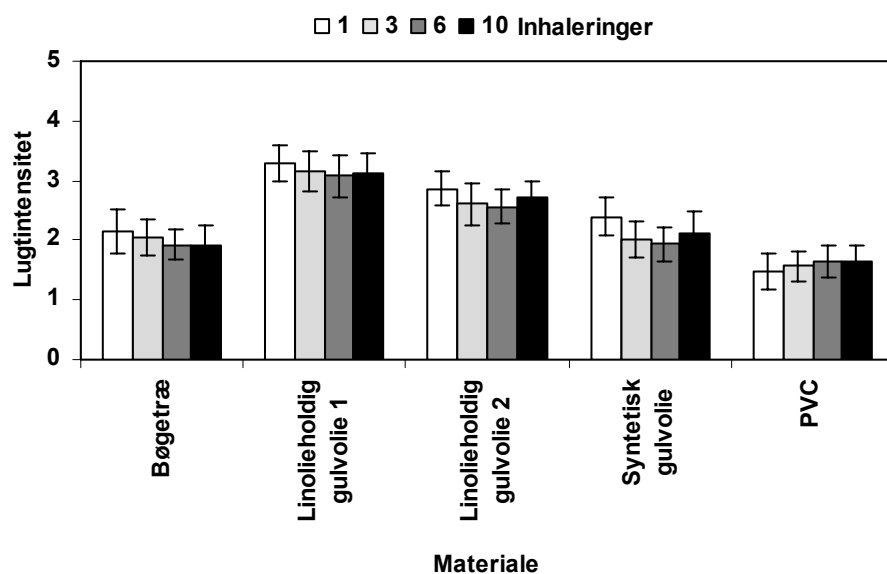
Figur 14 til Figur 17 viser middelbedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet foretaget efter 1, 3, 6 og 10 inhalationer for de angivne materialer. Der ses kun en beskeden variation i bedømmelserne for tomt kammer og de forskellige materialer og der er ikke nogen tendens til stigning eller fald i bedømmelserne.

På baggrund af tidligere studier af tilvænning, var det forventet at der ville ske nogen tilvænning til lugten fra materialerne med det resultat at intensiteten ville falde og acceptabiliteten ville stige (Gunnarsen og Fanger, 1992; Jørgensen og Vestergaard, 1998). At det ikke er tilfældet i nærværende undersøgelse må tilskrives, at bedømmelserne efter 3, 6 og 10 inhaleringer i virkeligheden er baseret på det første indtryk umiddelbart efter, at næsen sættes til tragten. Denne bias var ikke tilstede ved en forsøgsserie, hvor et sensorisk panel skulle sammenligne afgasningen fra det samme materiale i 2 testkamre (Knudsen et al., 2003). Ved disse forsøg var der en klar tendens til, at panelet foretrak afgasningen fra den materialeprøve, som blev bedømt som nummer 2 frem for den første, selv om prøveemnerne var identiske. Det blev vurderet, at det skyldtes tilvænning, og at der var tale om en reel ny bedømmelse uden den bias, som der var ved nærværende forsøg.

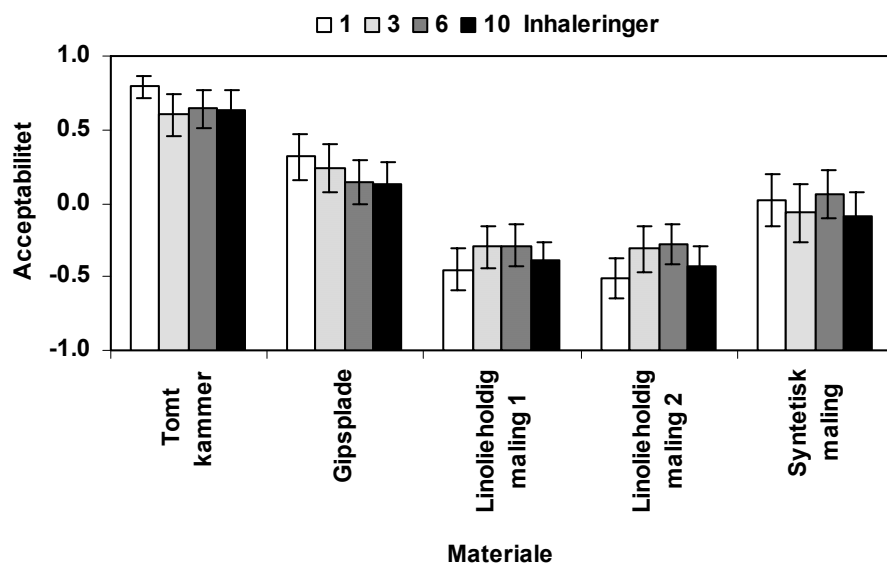
Metoden er derfor ikke anvendelig, som først antaget, til på en simpel måde at få et mere realistisk, dvs. tilvænnet sensorisk udsagn.



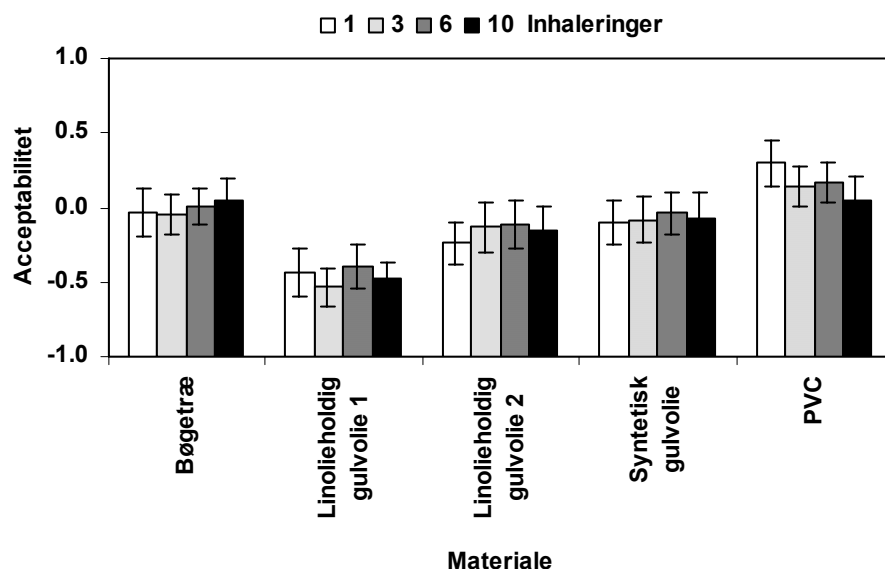
Figur 14. Middelbedømmelse af lugtintensitet for tomt kammer, gipsplade og gipsplade med malinger efter 1, 3, 6, og 10 inhaleringer. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.



Figur 15. Middelbedømmelse af lugtintensitet for bøgetræ, bøgetræ med gulvolie og PVC efter 1, 3, 6, og 10 inhaleringer. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.



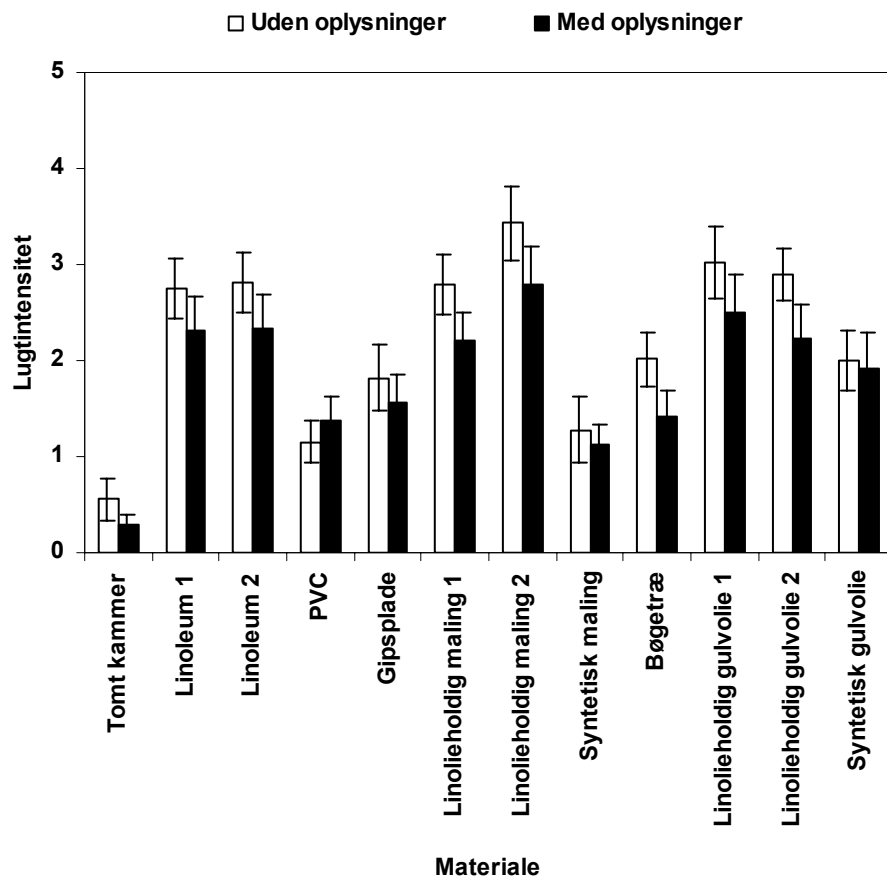
Figur 16. Middelbedømmelse af acceptabilitet for tomt kammer, gipsplade og gipsplade med malinger efter 1, 3, 6, og 10 inhaleringer. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.



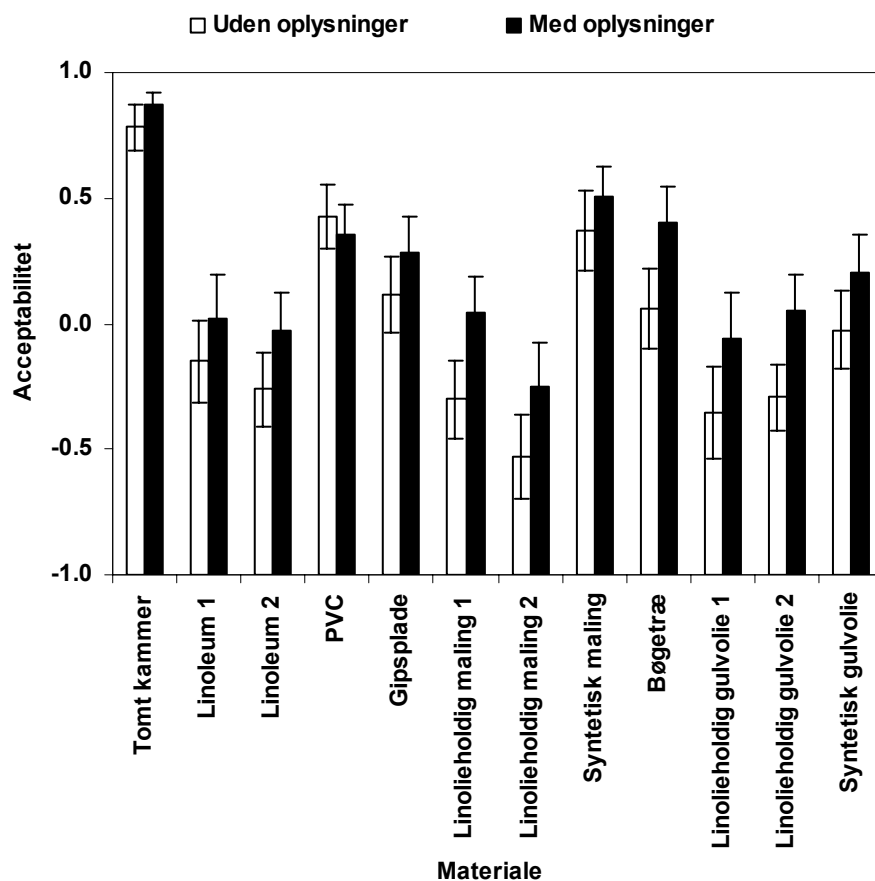
Figur 17. Middelbedømmelse af acceptabilitet for bøgetræ, bøgetræ med gulvolier og PVC efter 1, 3, 6, og 10 inhaleringer. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.

Betydning af oplysning ved de sensoriske målinger

Figur 18 og Figur 19 viser henholdsvis bedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet, når det sensoriske panel ikke kendte materialerne (uden oplysninger), og når de havde fået oplyst om det var et "økologisk" eller et "syntetisk" materiale (med oplysninger). I dette forsøg, gennemført i uge 25, blev der givet korrekte oplysninger for alle materialerne forstået på den måde at alle linolieholdige materialer blev kaldt "økologiske" og alle ikke-linolieholdige materialer blev benævnt "syntetiske". I det efterfølgende forsøg blev der i modsætning hertil givet ukorrekte oplysninger idet nogle linolieholdige materialer blev benævnt "syntetiske" og omvendt.

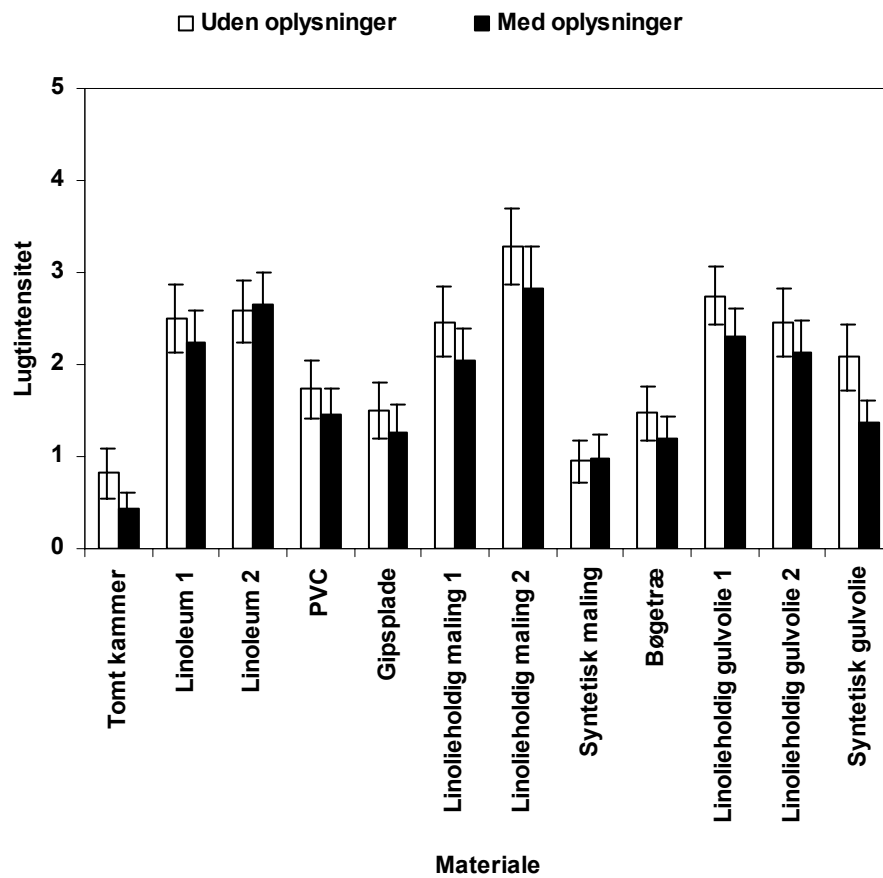


Figur 18. Middelbedømmelser af lugtintensitet for de forskellige materialer, uden og med oplysninger om materialet. Der blev givet korrekte oplysninger for alle materialerne. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.

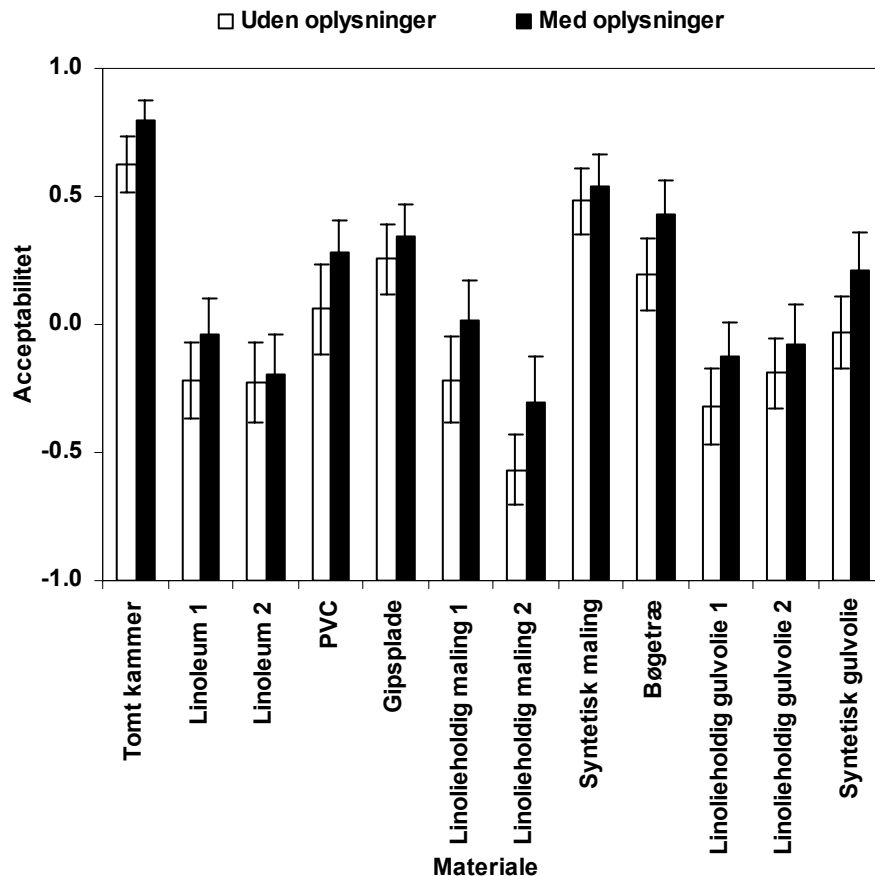


Figur 19. Middelbedømmelse af acceptabilitet for de forskellige materialer, uden og med oplysning om materialet. Der blev givet korrekte oplysninger for alle materialerne. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.

Figur 20 og Figur 21 viser henholdsvis bedømmelser af lugtintensitet og acceptabilitet, når det sensoriske panel ikke kendte materialerne (uden oplysninger), og når materialerne var kendte (med oplysninger). I dette forsøg, gennemført i uge 51, var der byttet om på oplysningerne for Linoleum 2 og PVC og for Linolieholdig maling 2 og Syntetisk maling.



Figur 20. Middelbedømmelser af lugtintensitet for de forskellige materialer, uden og med oplysninger om materialet. Der var byttet om på oplysningerne for Linoleum 2 og PVC og for Linolieholdig maling 2 og Syntetisk maling. 95 % konfidensintervaller for middel lugtintensitet er angivet.



Figur 21. Middelbedømmelse af acceptabilitet for de forskellige materialer, uden og med oplysning om materialet. Der var byttet om på oplysningerne for Linoleum 2 og PVC og for Linolieholdig maling 2 og Syntetisk maling. 95 % konfidensintervaller for middel acceptabilitet er angivet.

Statistisk analyse

Data blev analyseret statistisk ved hjælp af Wilcoxon Matched Pairs Test. Oversigt over resultaterne findes i Bilag 10.

Luft fra tomt kammer

Da det blev oplyst, at testkammeret var tomt, var der en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen (fx efter 25 uger fra 0,56 til 0,29 i gennemsnit) og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen (fx efter 25 uger fra 0,78 til 0,87 i gennemsnit).

Gulvmaterialer

Da der blev angivet de korrekte oplysninger vedrørende testkamrenes indhold, skete der mindst én af de følgende vurderingsændringer af testkamrene med linoleum: En signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen (fx fra 2,8 til 2,3 i gennemsnit for Linoleum1) og/eller en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen (fx fra -0,26 til 0,02 i gennemsnit for Linoleum 2). For PVC's vedkommende var der ingen signifikante ændringer i vurderingerne.

Da en falsk oplysning, "PVC gulvmateriale, syntetisk", blev angivet for testkammeret, der faktisk indeholdt Linoleum 2, var der ingen signifikante ændringer i vurderingen. Da en falsk oplysning, "Linoleumsgulv, økologisk", blev angivet for et testkammer, der faktisk indeholdt PVC, var der en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen (fra 0,06 til 0,28 i gennemsnit).

Maling på gipsplade

Da det blev oplyst, at testkammeret indeholdt gipsplade alene, var der en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen efter 25 uger, men ikke efter 51 uger. Der var ingen signifikant ændring i lugtintensitetsvurderingen.

Da der blev angivet den korrekte oplysning om indholdet af testkamrene med linolieholdig maling på gipsplade, var der både en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen (fx -0,30 til 0,05 i gennemsnit for Linolieholdig maling 1) og en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen (fx fra 3,4 til 2,8 i gennemsnit for Linolieholdig maling 2). For den syntetiske malings vedkommende var der ingen signifikante ændringer i vurderinger ved angivelsen af den korrekte oplysning.

Da en falsk oplysning "Vægmalning på gipsplade, syntetisk" blev angivet for testkammeret, der faktisk indeholdt Linolieholdig maling 2 på gipsplade, var der igen både en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen.

Da en falsk oplysning "Vægmalning på gipsplade, økologisk" blev angivet for testkammeret, der faktisk indeholdt Syntetisk maling på gipsplade, var der ingen signifikante ændringer i vurderingerne.

Olie på træ

Der blev kun angivet de korrekte oplysninger vedrørende indholdet af testkamrene med bøgetræ og forskellige gulvolier på bøgetræ. Angivelsen af oplysningen for kammeret med træ resulterede i en signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen (fx efter 25 uger fra 2,01 til 1,41 i gennemsnit) og i en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen (fx efter 25 uger fra 0,06 til 0,41 i gennemsnit). Ved angivelsen af oplysningen for kammeret med gulvolie (både "økologisk" og "syntetisk") på træ skete der mindst én af de følgende vurderingsændringer: En signifikant nedsættelse i lugtintensitetsvurderingen og en signifikant forhøjelse i acceptabilitetsvurderingen.

Diskussion

Generelt resulterede angivelsen af oplysning i forhøjelse af acceptabilitetsvurdering og nedsættelse af lugtintensitetsvurdering. En undtagelse herfra var PVC, hvor oplysningen "PVC gulvmateriale, Syntetisk" ingen effekter havde på vurderingerne både ved korrekt angivelse og ved falsk angivelse. Grunden til dette er ikke afklaret. Det kan skyldes forsøgspersonernes viden om og holdning til PVC, eller at betegnelsen "PVC" var sværere at forholde sig til end andre udtryk som "linoleum" eller "maling". Yderligere undersøgelser er nødvendige for at afklare årsagen.

Distel og Hudsun (2001) har undersøgt betydning af oplysning for oplevelse af lugt fra hovedsagelig madvarer (fx banan, oliven olie, mv.). I deres undersøgelse blev sammenligning af vurderingerne af 2 grupper forsøgspersoner (én gruppe, som fik oplysninger, og en anden gruppe, som ikke fik oplysninger) foretaget. Det blev konstateret, at gruppen, der fik oplysninger oplevede højere behagelighed ("pleasantness") og højre lugtintensitet end gruppen, der ikke fik oplysninger.

Der er både overensstemmelse og uoverensstemmelse mellem vores resultater og resultaterne i Distel og Hudson (2001). Vores resultat der viste, at oplysninger øgede acceptabiliteten er i overensstemmelse med deres resultater, mens vores resultat der viste, at oplysninger nedsatte lugtintensitetsvurderingen var omvendt i forhold til deres resultater. En mulig forklaring på denne uoverensstemmelse er, at der er forskel på acceptabilitetsniveau af de typer materialer der blev undersøgt i de 2 studier: Madvare med høj lugtacceptabilitet i Distel og Hudson (2001) og byggematerialer med lav lugtacceptabilitet i nærværende undersøgelse. Dvs., der kan være interaktion mellem acceptabilitetsniveau og betydning af oplysning på lugtintensitetsvurdering. Yderligere undersøgelser anbefales.

Identifikation af enkelt-komponenter i materialernes afgangning af lugtstoffer

Ved den sensoriske analyse af luften fra testkamrene oplevede panelisterne det samlede lugtindtryk af alle komponenter på én gang. I gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O) er det ideelt set kun én komponent ad gangen, der opleves af en panelist. Den chromatografiske proces kan dog ikke altid helt adskille de enkelte komponenter, så der i nogen tilfælde kan være 2, 3 eller flere komponenter, der bidrager til lugtindtrykket af en top. GC-O-analyserne kunne kun udføres kvalitativt eller i bedste fald semikvantitativt pga. af flere usikkerhedsfaktorer (se Bilag 11).

I hele processen fra prøvetagning til analyse kan der mistes stoffer, som kunne være vigtige for en persons perception af lugten af det aktuelle materiale i et testkammer el-ler et virkeligt indeklima. Det blev dog antaget ikke at være tilfældet. Imidlertid kan lugtkvaliteten af enkeltstoffer ændres med koncentrationen, og sy-nergisme kan betyde, at enkeltstoffers lugt fremhæves, maskeres eller ændres, når flere stoffer chromatograferer samtidig. Desuden kan linoliers og linoliebaserede materials alder betyde en ændring af koncentration og forekomst af enkelt-komponenter som fx carbonylforbindelser (Fjällström et al. 2002 og 2003) pga. den oxidative tørringsproces vha. luftens ilt (Turner, 1988). Herudover kan materials lugtindtryk ændres af miljøfaktorer, f.eks. O_3 (Knudsen et al., 2003).

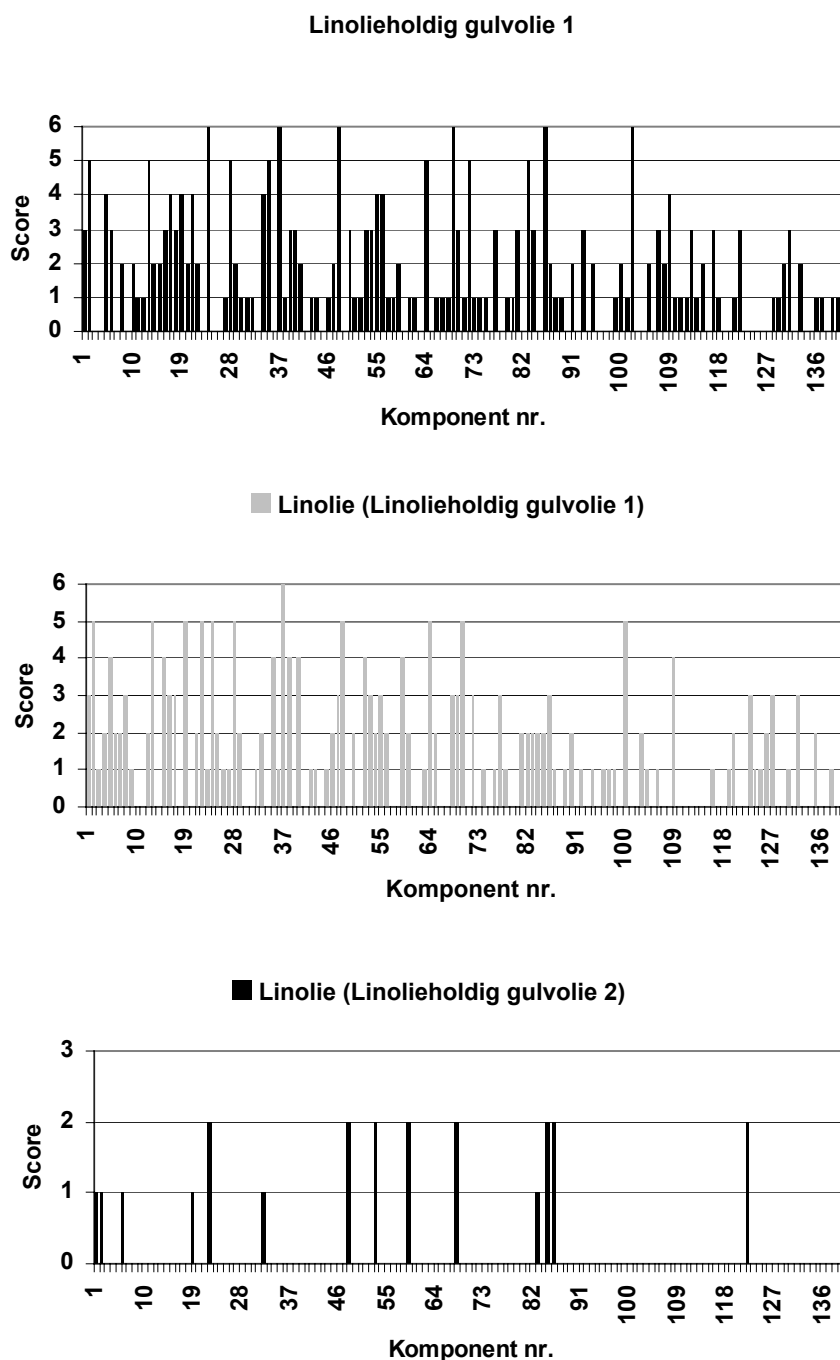
Ved de aktuelle forsøg blev GC-O-analyserne udført på frisk påført materiale (1 – 3 dages tørring). Det kan betyde, at en direkte sammenligning af GC-O-analyserne og de sensoriske analyser (> 2 ugers tørring) af luften i testkamrene ikke er ligefrem.

Årsager til, at en person ikke kan lugte et stof, kan være for lav koncentration af lugtstoffet eller anosmi, som er en persons manglende lugtesans over for et eller flere lugtsstoffer. Hvis en person er anosmisk over for et stof, vil vedkommende ikke kunne lugte det pågældende stof i nogen prøver overhovedet, og dermed vil det ikke påvirke en sammenlignende analyse af GC-O-data fra 2 forskellige prøver for den pågældende person. Hvis man derimod sammenligner 2 prøver med GC-O-data for et panel (flere personer) kan anosmi for et bestemt stof hos en eller flere personer resultere i et skævt billede.

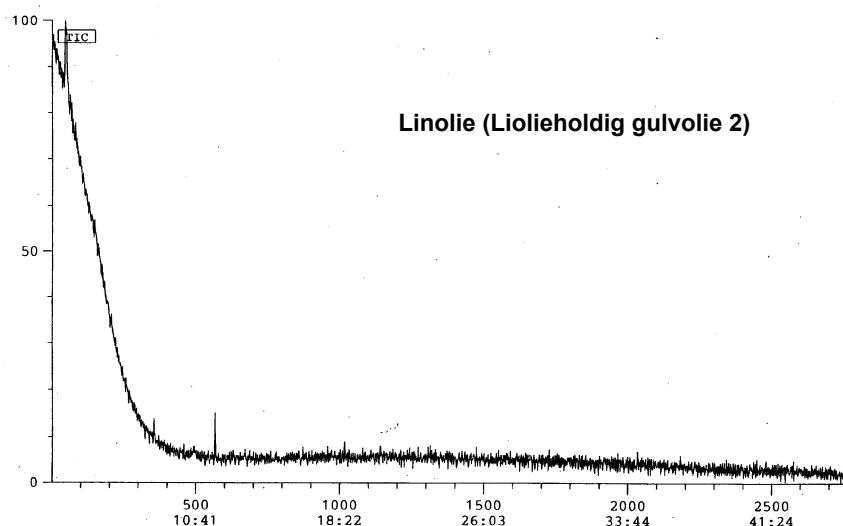
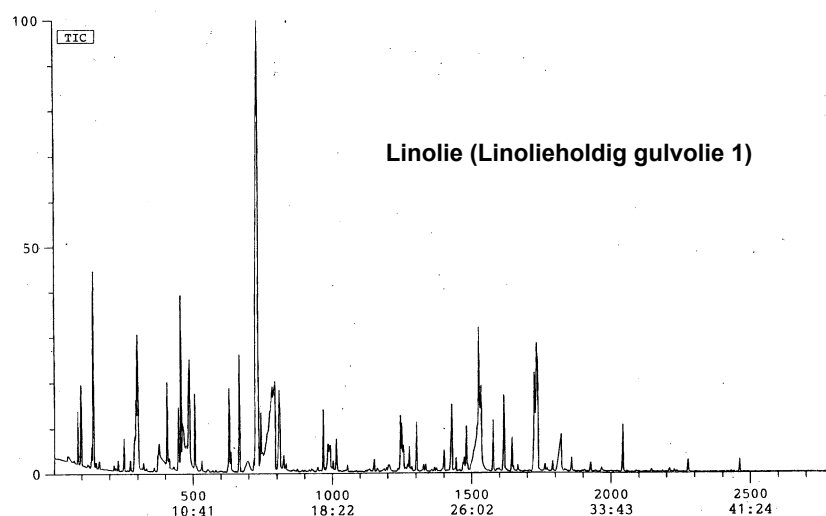
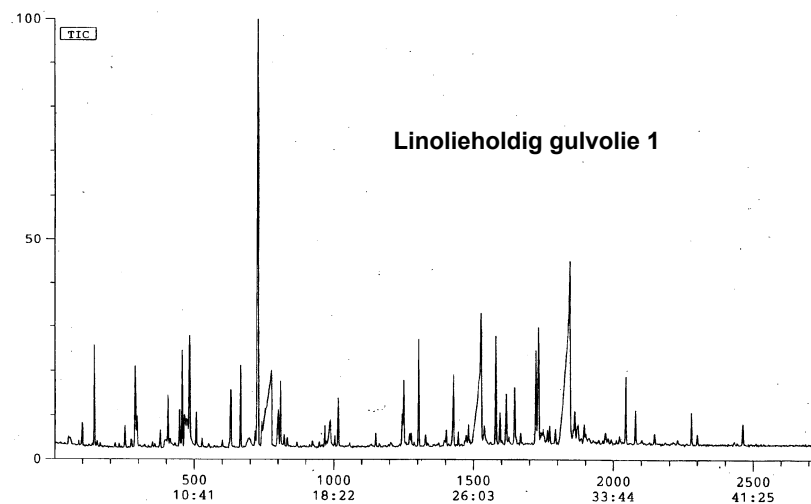
Resultaterne af GC-O-analyserne af Linolieholdig gulvolie 1, Linolie (Linolieholdig gulvolie 1) og Linolie (Linolieholdig gulvolie 2) fremgår af Figur 22 og 23 samt af tabellerne i Bilag 15-17.

Scoren, der anvendes her i rapporten, er det antal personer i GC-O-panelet (6 eller 3 personer), som kan lugte et bestemt stof, uanset hvor intenst den enkelte GC-O-panelist opfatter lugten. Denne metode er en af de 4 mest anvendte GC-O metoder og kaldes på engelsk "Detection frequency method" (van Ruth, 2001). Hvis det antages, at anosmi ingen betydning har for scoren, kan scoren opfattes som et udtryk for intensitet, idet det så kun er panelisternes individuelle lugttærskler, der afgør, om de kan lugte et givet stof. Hvis kun én panelist kan lugte et stof ved en given koncentration er scoren én. Hvis denne koncentration fx fordobles kan måske en eller 2 flere panelister lugte stoffet og scoren er nu 2-3. Samtidig hermed oplever den første panelist at intensiteten er større. Da kun ganske få stoffer får maksimal score (6) er "detektoren" (GC-O-panelet) ikke gået i mætning, og dermed er scoreskalaen brugbar som et udtryk for intensitet. Figur 22 og Figur 23 illustrerer, at selv om stofferne fra Linolie (Linolieholdig gulvolie 2) ikke kan detekteres med massespektrometeret, kan de godt detekteres af den menneskelige næse gennem GC-O. Dette er også af betydning, når VOC- og carbonyl-målinger sammenlignes med sensoriske målinger. Den næsten konstante lugtintensitet af materialerne kunne, udover de stoffer der blev detekteret kemisk og som havde konstant koncentration, også skyldes kon-

stant koncentration af stoffer, som ikke blev detekteret kemisk, men som alligevel havde betydning for materialernes lugt.



Figur 22. Score diagrammer for den sensorisk mest intense linolieholdige gulvolie, linolie anvendt i denne gulvolie, samt den mest lugtløse linolie. Score = antal personer i GC-O-panelet der har detekteret pågældende stof. Der er 6 GC-O-panelister for Linolieholdige gulvolie 1 og Linolie (Linolieholdig gulvolie 1) og 3 for Linolie (Linolieholdige gulvolie 2). Komponent nr. henviser til tabellerne i Bilag 15 – 17.



Figur 23. MS chromatogrammer af olier undersøgt med GC-O svarende til score-diagrammerne i Figur 22. I chromatogrammerne består en top ideelt set af ét stof og jo højere toppen er, desto mere er der af stoffet. Men der er ikke sammenhæng mellem tophøjde og lugtintensitet.

Resultaterne viste, at nogle GC-O-panelister generelt kunne lugte flere stoffer end andre, men at de fleste stoffer kun blev detekteret af en af panelisterne. Ganske få stoffer blev detekteret af hele panelet, og må således være udtryk for de stoffer, der har mest betydning for det samlede lugtindtryk af materialerne. Der var ingen sammenhæng mellem en chromatografisk tops størrelse og den tilhørende score. Således var der steder i chromato-

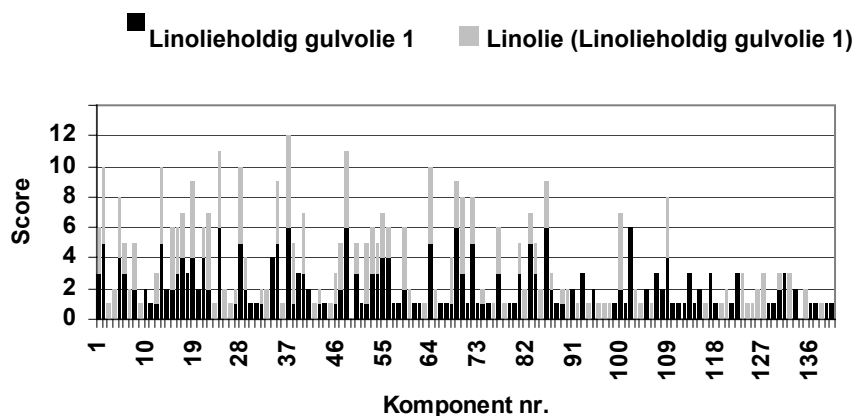
grammerne med meget store toppe, men uden score, og andre steder, hvor der ingen synlige toppe var, men al-ligevel fik en score. Dette er ofte tilfældet for lugte bestående af mange stoffer. Fx blev det med GC-O estimeret at kun 4% af VOC'erne i orange-olielugt var ansvarlige for hele lugtindtrykket (Högnadóttir og Rouseff, 2003).

Det var et af formålene med GC-O-analyserne at finde ud af, om lugtkvaliteten af en linolie, der bruges til fx en maling eller en gulvolie, er af betydning for det endelige produkts lugt. Problemet her er, at linoliebaserede materialer ændrer sig med tiden pga. den oxidative tørringsproces vha. luftens ilt (Turner, 1988). Denne proces er vist at ændre afgasningen af carbonylforbindelser over tid fra både linoleum (Jensen et al., 1995b og 1996) og linoliebaserede malinger (Andersson et al., 1999) og (Fjällström et al., 2002) som og-så ændrer afgasningen afhængig af substratet (Fjällström et al., 2003). Der-for kunne det tænkes, at selv om udgangslinolien ikke lugtede, ville den komme til at lugte i produktet med tiden.

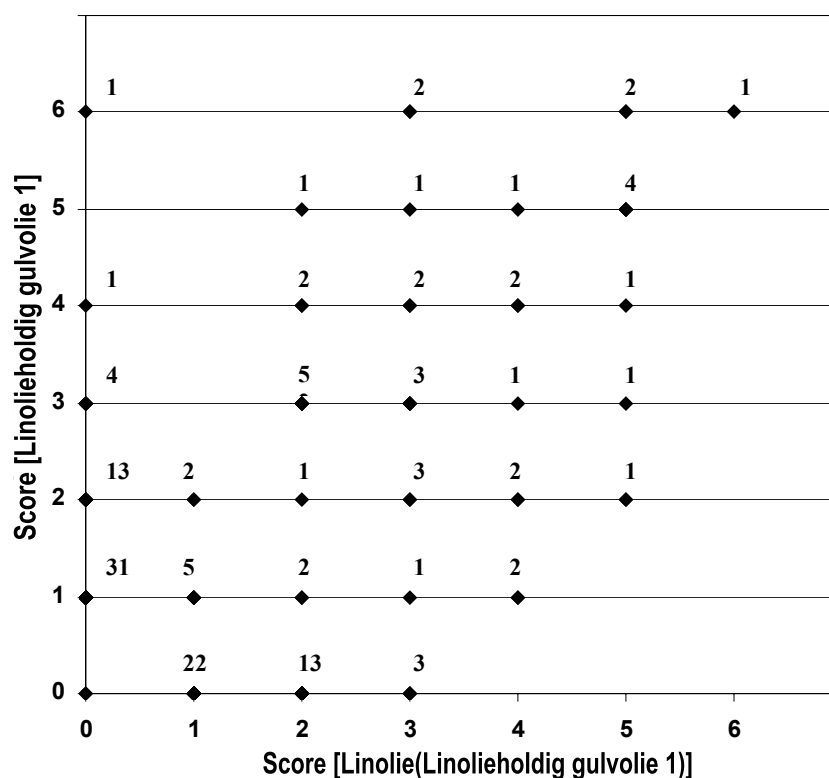
Til at besvare dette spørgsmål blev der til GC-O-analyse valgt det stærkest lugtende materiale, Linolieholdig gulvolie 1 (se uge 2 i Figur 6), og den linolie, der var brugt til produktionen af den, Linolie (Linolieholdig gulvolie 1), som også var den stærkest lugtende linolie (se Figur 14). Hvis profilerne af scorediagrammerne (stofidentitet og score) for produktet og den tilhørende linolie var identiske, ville det være meget sandsynligt, at linolien betød meget for produktets lugt. En måde at anskueliggøre en eventuel sammenhæng er at overlejre scorediagrammerne for Linolieholdig gulvolie 1 og dens tilhørende linolie (se Figur 24). Jo flere søjler der er overlejrede, og jo flere søjler hvor de 2 dele er lige store, desto større er sandsynligheden for at linoliens lugt har betydning for produktets lugt. En anden måde at anskueliggøre en evt. sammenhæng på er vist i Figur 25. Hvis profilerne af scorediagrammerne var identiske ville alle punkter i Figur 25 ligge på en ret linie med en positiv hældning på 45°.

Punkter, der ligger på y-aksen, angiver stoffer, som kun findes i Linolieholdig gulvolie 1 og punkter, der ligger på x-aksen, angiver stoffer, der kun findes i linolien. Hvis der slet ingen sammenhæng var, ville diagrammet være helt udfyldt med punkter. Imidlertid er der en tendens til at punkterne samler sig om en linie med en positiv hældning på 45°. Der ser således ud til at være en vis sammenhæng (korrelation) mellem scorerne af de enkelte stoffer i linolien og gulvolien. Hvis det antages, at scoren tilnærmelsesvis er et udtryk for intensitet, og at den er normal additiv, er den summerede score et udtryk for intensiteten af det samlede lugtindtryk, som det opleves ved de sensoriske panel analyser.

Den summerede score af enkeltstoffer, der både var i linolien og i gulvolien, var langt højere hhv 148 og 151 end den summerede score af stoffer, der kun var i enten linolien eller gulvolien, hhv. 57 og 79.



Figur 24. Sammenligning af score diagrammer for Linolieholdig gulvolie 1 og Linolie(Linolieholdig gulvolie 1). Score = antal personer i begge GC-O-paneler der har detekteret det pågældende stof.



Figur 25. Spredningsdiagram af scorene for hvert stof i Linolieholdig gulvolie 1 og tilhørende linolie. Tallene ved hvert enkelt punkt angiver hvor mange stoffer ud af de i alt 139 stoffer, der kunne lugtes af samme antal personer.

På dette grundlag konkluderedes det, at Linolie (Linolieholdig gulvolie 1), der var brugt til fremstilling af Linolieholdig gulvolie 1 er af betydning for lugten af Linolieholdig gulvolie 1. Dvs at linolien er tilsat i sådanne mængder og er så lugtintens, at den dominerer evt. lugt fra andre stoffer i det færdige produkt samtidig med at den lugtmæssigt ikke ændres væsentligt. Det vil kræve en mere detaljeret sensorisk analyse at verificere denne konklusion og en generalisering af konklusionen kræver undersøgelse af et meget større antal produkter.

Både den sensoriske analyse og GC-O-analysen af linolier og tilhørende produkter viste, at begge dele kan fremstilles med relativ lav lugt intensitet, og at det kan hænge sammen med linoliens lugtkvalitet. Produktets lugt kan dog være anderledes end den anvendte linolies, hvis produktet indeholder andre lugtende stoffer, som kan være tilsat eller dannet ved nedbrydning.

Litteratur

Acree, T. E. (1997). GC/Olfactometry. *Analytical Chemistry*, 69, 170 A-175 A.

Afshari, A., Gunnarsen, L., Clausen, P. A., & Hansen, V. (in press). Emission of phthalate esters from PVC and other plasticized materials. *Indoor Air*.

Andersson, K., Fjällström, P., Andersson, B., Nilsson, C. & Sandström, M. (1999). Emission of volatile organic compounds from the indoor application of waterbased paints containing linseed oil. In Raw, G., Aizlewood, C., & Warren, P. (Eds.), *Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Watford, Building Research Establishment Ltd., 1999. Vol. 5* (pp. 167-172).

American Society for Testing and Materials. (1984). Standard test method for estimating sensory irritancy of airborne chemicals. In *Anonymous Philadelphia: American Society for Testing and Materials* (pp. 1-16).

Bentley, J. & Turner, G. P. A. (1998). *Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Technology*. London: Chapman & Hall.

Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen. (1995). *Bygningsreglement 1995*. København.

Chang, J. C. S., & Guo, Z. (1998). Emission of odorous aldehydes from alkyd paint. *Atmospheric Environment*, 32(20), 3581-3586.

Clausen, P. A. (1993). Emission of volatile and semivolatile organic compounds from waterborne paints - The effect of the film thickness, *Indoor Air*, 3, 269-275.

Clausen, P. A., Laursen, B., Wolkoff, P., Rasmusen, E. & Nielsen, P. A. (1993). Emission of volatile organic compounds from a vinyl floor covering. In Nagda, N.L. (Eds.), *Modeling of indoor air quality and exposure: ASTM STP 1205* (pp. 3-13). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.

Clausen, P. A. & Wolkoff, P. (1997). Evaluation of automatic thermal desorption - capillary GC for determination of semivolatile organic compounds (SVOCs) in indoor air. *Journal of High Resolution Chromatography*, 20, 99-108.

Clausen, P. A., Wolkoff, P., Holst, E. & Nielsen, P. A. (1991). Long-term Emission of Volatile Organic Compounds from Waterborne Paints - Methods of Comparison. *Indoor Air*, 1, 562-576.

Clausen, P. A., Wolkoff, P. & Svensmark, B. (1999). Preliminary study of semivolatile organic compounds in some danish indoor environments. In Raw, G., Aizlewood, C., and Warren, P. (Eds.), *Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2* (pp. 434-439). Watford: Building Research Establishment Ltd.

- Dalene, M., Persson, P., & Skarping, G. (1992). Determination of formaldehyde in air by chemisorption on glass filters impregnated with 2,4-dinitrophenylhydrazine using gas chromatography with thermionic specific detection. *Journal of Chromatography A*, 626(2), 284-288.
- Distel, H., & Hudson, R. (2001). Judgement of odor intensity is influenced by subjects' knowledge of the odor source. *Chemical Senses*, 26(3), 247-251.
- Ekberg, L. E., & Nielsen, J. B. (1995). A laboratory for investigation of the air quality in simulated indoor environments. In *Proceedings of the 16th AIVC Conference, Palm Springs, California, USA, 19-22 September, 1995: Implementing the results of ventilation research: Vol. 1* (pp. 277-286). International Energy Agency.
- Fjällström, P., Andersson, B., & Nilsson, C. (2003). Drying of linseed oil paints: The effects of substrate on the emission of aldehydes. *Indoor Air*, 13(3), 277-282.
- Fjällström, P., Andersson, B., Nilsson, C., & Andersson, K. (2002). Drying of linseed oil paints: A laboratory study of aldehyde emissions. *Industrial Crops and Products*, 16(3), 173-184.
- Gunnarsen, L., & Fanger, P. O. (1992). Adaptation to indoor air pollution. *Environment International*, 18(1), 43-54.
- Gunnarsen, L., Nielsen, P. A. & Wolkoff, P. (1994). Design and characterization of the CLIMPAQ chamber for laboratory investigations of materials, pollution and air quality. *Indoor Air*, 4, 56-62.
- Henriksen, H. R. (1999). *Linolieprodukter*. København: Grøn Information.
- Högnadóttir, Á. & Rouseff, R. L. (2003). Identification of aroma active compounds in orange essence oil using gas chromatography - olfactometry and gas chromatography - mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 998, 201-211.
- Jensen, B., & Wolkoff, P. (1996). *VOCBASE - odor and mucous membrane irritation thresholds and other physico-chemical properties, Version 2.1*. Copenhagen: National Institute of Occupational Health.
- Jensen, B., Wolkoff, P. & Wilkins, C.K. (1995a). Characterization of linoleum. Part 2: Preliminary odor evaluation. *Indoor Air*, 5, 44-49.
- Jensen, B., Wolkoff, P. & Wilkins, C. K. (1996). Characterization of linoleum: Identification of oxidative emission processes. In Tichenor, B.A. (Ed.), *Characterizing sources of indoor air pollution and related sink effects: ASTM STP 1287*, pp. 145-152. West Conshohocken, USA: American Society for Testing and Materials.
- Jensen, B., Wolkoff, P., Wilkins, C. K. & Clausen, P. A. (1995b). Characterization of linoleum. Part 1: Measurement of volatile organic compounds by use of the Field and Laboratory Emission Cell, "FLEC". *Indoor Air*, 5, 38-43.
- Jørgensen, M., & Vestergaard, L. (1998). *Sensorisk karakterisering af afgasning fra byggematerialer* (Eksamensprojekt). Lyngby: DTU, Institut for Energiteknik, Laboratoriet for Indeklima og Energi.
- Knudsen, H. N., Kjaer, U. D., Nielsen, P. A., & Wolkoff, P. (1999). Sensory and chemical characterization of VOC emissions from building products: Im-

fact of concentration and air velocity. *Atmospheric Environment*, 33(8), 1217-1230.

Knudsen, H. N., Nielsen, P. A., Clausen, P. A., Wilkins, C. K., & Wolkoff, P. (2003). Sensory evaluation of emissions from selected building products exposed to ozone. *Indoor Air*, 13(3), 223-231.

Kuwata, K., Uebori, M., Yamasaki, H., & Kuge, Y. (1983). Determination of aliphatic aldehydes in air by liquid chromatography. *Analytical Chemistry*, 55, 2013-2016.

Larsen, S. T. & Nielsen, G. D. (2000). Effects of methacrolein on the respiratory tract in mice. *Toxicol Lett*, 114, 197-202.

Nordtest. (1998). *Building materials: Emissions testing using the CLIMPAQ* (NT Build 482). Espoo.

Ramazzini, B. (1991). *De Morbis Artificum (Om Arbetares Sjukdomar)*. Åkersberga: Arbetsmiljöförlaget.

Schleibinger, H., Fitzner, K., Rüdén, H., & Schreiber, F. W. (2001). Chemical analysis and sensory evaluation of indoor air by a thermal desorption/GC/FID/sniffer method. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, 61(11-12), 528-531.

Turner, G. P. A. (1988). *Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Technology*, London: Chapman & Hall, Ed. 3th.

van Ruth, S. M. (2001). Methods for gas chromatography-olfactometry: a review. *Biomolecular Engineering*, 17, 121-128.

Wibowo, A. (2003). *The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals and The Dutch Expert Committee on Occupational Standards*, 132. *Formaldehyde, 2003:II*. Stockholm, Sweden: National Institute for Working Life.

Wolkoff, P. (1998). Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long-term VOC emissions from building products. *Atmospheric Environment*, 32(14-15), 2659-2668.

Wolkoff, P., Clausen, P. A., Nielsen, P. A., Gustafsson, H., Jonsson, B. & Rasmussen, E. (1991). Field and Laboratory Emission Cell: FLEC. In Geshwiler, M., Montgomery, L., and Moran, M. (Eds.), *IAQ '91 Healthy Buildings, Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*, pp. 160-165.

Wolkoff, P., & Nielsen, P. A. (1996a). A new approach for indoor climate labeling of building materials - emission testing, modeling, and comfort evaluation. *Atmospheric Environment*, 30(15), 2679-2689.

Wolkoff, P., & Nielsen, P. A. (1996b). Byggematerialer og indeklimaet. *VVS*, 32(5), 45-49.

Bilag 1. Følgegruppen for projektet

Hans Dollerup	Landsforeningen Økologisk Byggeri Nørregade 32 8660 Skanderborg
Thomas Witterseh	Dansk Selskab for Indeklima Teknologisk Institut, Byggeri Gregersensvej Postboks 141 2630 Taastrup Tlf 70 20 23 25
Søren Vadstrup	Søren Vadstrup Raadvad-Centeret Vejlemosevej 52 2840 Holte Tlf 45 42 55 14 e-mail: sv@raadvad-centeret.dk

Bilag 2. Deklaration af materialer

Materiale	Deklaration
Linoleum 1	20-35% træmel (generel deklARATION (ikke fra firmaet): korkmel, træmel, harpiks, pigmenter og oxideret linolie)
Linoleum 2	52% træmel (generel deklARATION (ikke fra firmaet): korkmel, træmel, harpiks, pigmenter og oxideret linolie)
PVC	PVC indeholdende 17% DEHP
Linolieholdig maling 1	Linolie, polymerer, pigmenter, additiver
Linolieholdig maling 2	Vand, kridt, pulveriseret marmor, linolie, titandioxid, hydroxyethylcellulose, konserveringsmiddel E218 (Methyl-p-hydroxybenzoate)
Syntetisk maling	Vand, ammonium salt af acrylsyre polymer, aluminiummagnesiumsilicat, 2-brom-2-nitropropan-1,3-diol (Bronopol), 1,3-benzothiazol-3(2H)-on, dithio-2,2'-bis(benzmethyramid), antiskummiddel, talkum, kaolin, aluminium silikat, titandioxid, sampolymer af vinylacetat og ethen, ekstrabiocidvand (CIT/MIT + Bronopol)
Linolieholdig gulvolie 1	Forædlede planteolier, vand, (opløsningsmiddelfrit)
Linolieholdig gulvolie 2	Blanding af forskellige linolier (hovedsagelig koldpresset linolie samt lidt standolie), sikkativ (2% koboltsalt, 1% zikoniumsalt)
Syntetisk gulvolie	Hærdende urethanolie, isoparafin (opløsningsmiddel), butanoloxim (< 0,5%)

Bilag 3. Materialer

De anvendte materialer og deres placering i testkamre, materiemængder og prøveemneres dimensioner. (LOH = linolieholdig)

Testkammer nr.	Materialer	Materiemængde (m ²)	Prøveemneres dimensioner
1	Linolie, koldpresset, fra producent af LOH Maling 2 og LOH gulvolie 2 Kort betegnelse: Linolie (Linolieholdig gulvolie 2)	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
2	Syntetisk maling, på gips	2,30	8 emner á 0,2 m x 0,72 m, malet på begge sider 2 gange
3	Linolieholdig gulvolie 1, på træ	1,42	8 emner á 2 stk 0,07 m x 0,634 m, olieret på begge sider 2 gange ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$), vådt i vådt
4	Syntetisk gulvolie, på træ	1,42	8 emner á 2 stk 0,07 m x 0,634 m, olieret på begge sider 2 gange ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$), vådt i vådt
5	Linolieholdig maling 2, på gips	2,30	8 emner á 0,2 m x 0,72 m, malet på begge sider 2 gange
6	Gipsplade	2,30	8 emner á 0,2 m x 0,72 m
7	Bøgetræ	1,42	8 emner á 2 stk 0,07 m x 0,634 m
8	-	-	-
9	Linolie, standolie, fra producent af LOH maling 2 og LOH gulvolie 2	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
10	-	-	-
11	Linolie, syrebleget, fra producent af LOH Maling 1	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
12	Linolie, fra producent af linoleum 2	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
13	Linolie, fra producent af linoleum 1	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
14	Linoleum 1	1,42	5 emner á 2 stk 0,2 m x 0,71 m
15	-	-	-
16	PVC	1,42	5 emner á 2 stk 0,2 m x 0,71 m
17	Linolieholdig gulvolie 2, på træ	1,42	8 emner á 2 stk 0,07 m x 0,634 m, olieret på begge sider 2 gange ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$), vådt i vådt
18	-	-	-
19	-	-	-
20	Linoleum 2	1,42	5 emner á 2 stk 0,2 m x 0,71 m
21	Linolieholdig maling 1, på gips	2,30	8 emner á 0,2 m x 0,72 m, malet på begge sider 2 gange
22	Linolie, kogt, fra producent af LOH gulvolie 1 Kort betegnelse: Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)	0,014	7 petriskåle, 5 cm i dia., 5 ml olie i hver, dybde i skål: 2,5 mm
23	Tomt testkammer, 1. gang (uge 48)	-	-
24	Tomt testkammer, 2.-4. gang (uge 6, 19, 45)	-	-

Materialer blev placeret i testkamre fra 11. november 2002, og olier blev placeret i testkamre 7. maj 2003 om formiddagen.

Bilag 4. Påført mængde maling eller gulvolie

Dato: _____

Maling/olie på prøveemner

Navn på maling/olie: _____

Rækkevne:

Maling 8 m²/l

Olie 10 m²/l

Areal (m²) af emner: _____

Mængde der skal påføres emner (liter): _____

100 ml i sprøjte vejer (gram) _____

OBS 2 Vægt af fuld beholder (gram)

1 Vægt af tom beholder (gram)

Vægt af afmålt mængde maling/olie (gram): _____

1, Side, 1, Gang

Før: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Efter: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Påført mængde: _____

2, Side, 1, Gang

Før: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Efter: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Påført mængde: _____

1, Side, 2, Gang

Før: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Efter: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Påført mængde: _____

2, Side, 2, Gang

Før: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Efter: Vægt af maling/olie i spand, rulle, pind, bakke, X: _____

Påført mængde: _____

Bilag 5. Ventilationsrate for de anvendte testkamre

Testkammer nr.	ID nr. for testkammer	Ventilationsrate (l/s)			
		Uge 2 25.11.02	Uge 12 03.02.03	Uge 25 02.05.03	Uge 51 05.11.03
1	4167	-	-	0,87	-
2		0,86	0,85	0,89	0,86
3	4162	0,87	0,86	0,88	0,87
4	4163	0,86	0,84	0,87	0,86
5	4073	0,86	0,85	0,86	0,87
6	4071	0,87	0,85	0,88	0,88
7	4156	0,86	0,83	0,86	0,85
8	4174	-	-	-	-
9	4069	-	-	0,88	-
10		-	-	-	-
11	4161	-	-	0,85	-
12	4077	-	-	0,85	-
13	4068	-	-	0,87	-
14	4067	0,87	0,86	0,88	0,88
15	4154	-	-	-	-
16	4165	0,86	0,85	0,87	0,88
17	4159	0,86	0,85	0,87	0,85
18	4075	-	-	-	-
19	4155	-	-	-	-
20	4066	0,85	0,83	0,85	0,84
21	4168	0,86	0,85	0,87	0,86
22	4157	-	-	0,86	-
23	4072	0,86	-	-	-
24	4160	-	0,87	0,89	0,89

* Ventilationsraterne blev målt med DANTEC FlowMaster (SBI - 3911) og målerør (SBI - 4554), middelværdi over 10 sekunder.

Bilag 6. Brev sendt til medlemmer af det sensoriske panel

Okt. 2002, HNK/YEJ, Journal nr. 432-14

Kære «fornavn» «efternavn»

Så skal vi til at lave forsøg igen, og vi har brug for et lugtpanel på 40 personer. Derfor vil vi høre om, du stadig har tid og lyst til at hjælpe os.

Forsøgene vil denne gang foregå på torsdage eller fredage og strække sig over 4 gange i løbet af det næste år, se vedlagte tilbagemeldingsskema.

For at få et overblik over, hvor mange fra vores tidligere lugtpanel, der stadig kan og vil deltage, beder vi dig venligst om at udfylde skemaet **Tilbage melding til By og Byg** og returnere det i vedlagte svarkuvert, så vi har det senest **6. november 2002**.

Vi vil så ud fra de indkomne besvarelser sammensætte lugtpanelet.

Honoraret er kr. 250,- for ca. 2 timer.

Hvis du har spørgsmål til ovennævnte, kontakt da venligst:

Yelva Jensen, ☎ **4574 2372** eller
Henrik N. Knudsen, ☎ **4574 2406**

Vi glæder os til at se dig igen!

Med venlig hilsen

Yelva Jensen

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
Afdelingen for Energi og Indeklima

November 2002/HNK/YEJ

PRAKTISKE OPLYSNINGER

MØDESTED: Statens Byggeforskningsinstitut, By og Byg
Dr. Neergaards Vej 15
2970 Hørsholm.
Laboratorieblok (forsøgshaller)
Luftkvalitetslaboratoriet, Hal 9

Kig venligst ind til **Yelva Jensen** på vejen, så krydser hun dig af på en liste.

TIDSPUNKT: Se vedlagte brev.

VIGTIGT: Det er vigtigt, at du ved forsøgene fremstår så neutral som muligt i lugtmæssihenseende. Du må derfor ikke indtage stærkt krydret mad, fx hvidløg, dagen før forsøg. Brug af stærk parfumerede hygiejneprodukter bør ligeledes undgås. Hvis du er ryger, bedes du undlade rygning en time inden bedømmelsen.
I tilfælde af tilsidesættelse af ovenstående kan vi blive nødt til at afvise dig ved forsøgene.

Det er vigtigt for forsøgsgangen, at du møder til tiden, da vi skal overholde en stram tidsplan. Hvis du, hvad vi naturligvis ikke håber, bliver forhindret i at deltage i forsøgene, er det vigtigt, at du ringer besked så hurtigt som muligt, så vi kan skaffe en afløser.

LØN: Det forventes, at bedømmelserne tager ca. 2 timer og honoreres med kr. 250,-pr. gang. Lønnen vil blive udbetalt som B-indkomst.
Hvis du har ændringer i bank- eller postgirooplysninger, bedes du venligst meddele dette og udfylde et nyt skema til brug ved lønudbetalingen.

TELEFON: Er du i tvivl om noget så ring til:

Yelva Jensen	☎ 4574 2372
Henrik Knudsen	☎ 4574 2406
eller via omstillingen	☎ 4586 5533

ANDET: Der må ikke spises eller ryges under forsøget. Der vil blive stillet vand til rådighed.

Bilag 7. Spørgeskemaer anvendt ved sensoriske bedømmelser

DATO: _____

NAVN: _____

KØN: _____

FØDSELSÅR: _____

RYGER DU? _____

SENSORISK BEDØMMELSE I LABORATORIET, DEL 1

INSTRUKS

Bedømmelserne, du skal foretage her i laboratoriet, kræver stor koncentration. Du må derfor ikke kommunikere med de andre paneldeltagere angående forsøget. Det gælder fx bemærkninger som: "Føj, den lugter ækelt!" eller "Den kunne jeg godt lide!". Det gælder også grimasser eller andet kropssprog.

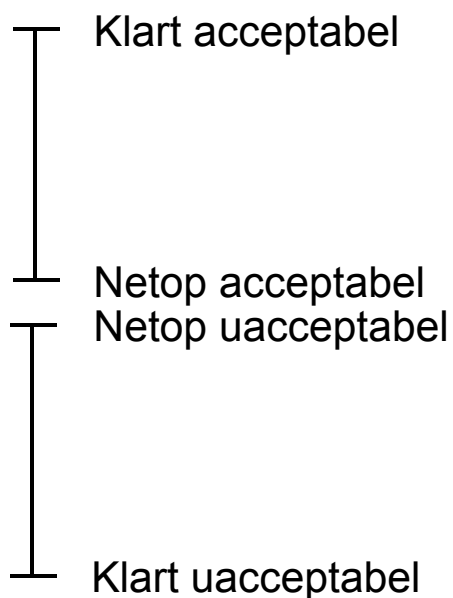
Du skal foretage dine bedømmelser umiddelbart efter indtræden i rummet eller umiddelbart efter, du har sat næsen til en tragt for at undgå tilvænning til lugten. Du skal derfor beslutte dig for din bedømmelse i løbet af én vejtrækning og straks sætte en streg på de aktuelle skalaer. Du skal i øvrigt hele tiden trække vejret normalt. Hvis du er i tvivl om en bedømmelse, må du gerne foretage en ny vurdering, men først efter en pause på mindst 20 sekunder.

- Gå først ind i luftkvalitetslaboratoriets forrum og vent i 3 minutter.
- Gå dernæst ind i luftkvalitetslaboratoriets hovedrum og bedøm luftkvaliteten i selve rummet.
- Forlad hovedrummet og vent i forrummet i 2½ minut.
- Gå derefter ind i hovedrummet igen og bedøm luftkvaliteten i den tragt, hvis nummer står anført først på den liste, der sidder på dette spørgeskema.
- Forlad hovedrummet og vent i forrummet i 2½ minut.
- Bedøm derefter luftkvaliteten i den næste tragt på listen efter samme procedure.
- Fortsæt indtil samtlige bedømmelser på listen er foretaget én gang.

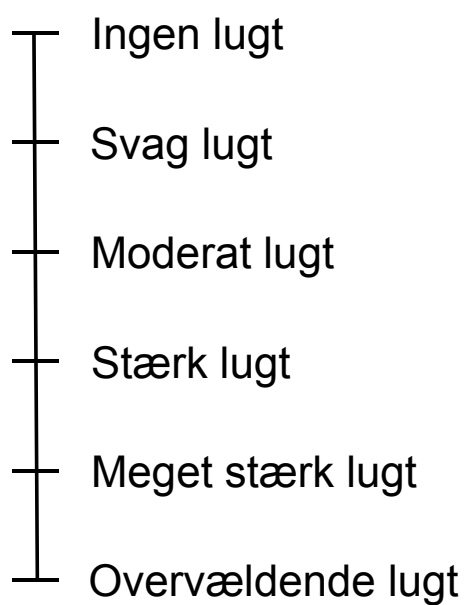
HOVEDRUM: _____

Forestil dig, at du i dit daglige arbejde bliver udsat for luften i dette rum

Hvor acceptabel synes du luftkvaliteten er?



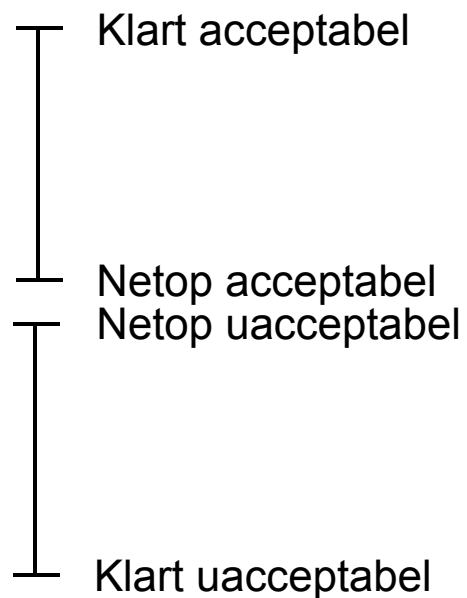
Hvor stærk synes du lugten er?



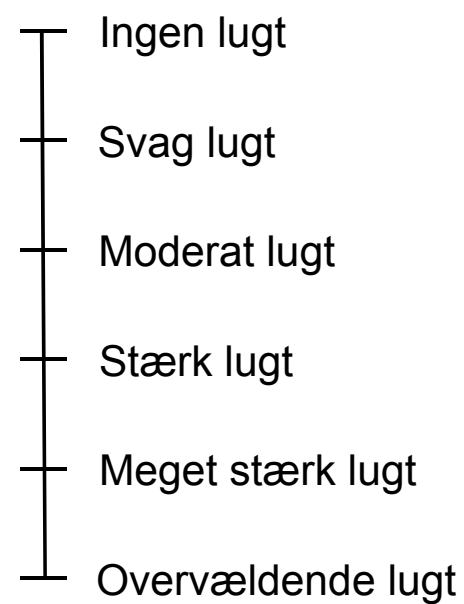
TRAGT: _____

Forestil dig, at du i dit daglige arbejde bliver udsat for luften i denne tragt

Hvor acceptabel synes du luftkvaliteten er?



Hvor stærk synes du lugten er?



Spørgeskema anvendt til at undersøge tilvænning

DATO: _____

NAVN: _____

SENSORISK BEDØMMELSE I LABORATORIET, DEL 2

INSTRUKS

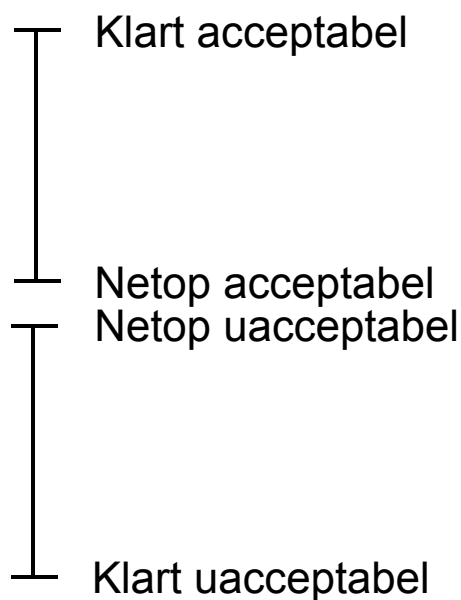
Du skal hele tiden trække vejret normalt. Hvis du er i tvivl om en bedømmelse, må du gerne foretage en ny vurdering, men først efter en pause på mindst 20 sekunder.

- Gå først ind i luftkvalitetslaboratoriets forrum og vent i 3 minutter.
- Gå derefter ind i hovedrummet.
- De skal sætte næsen til den tragt, hvis nummer står anført på den liste, der sidder på dette spørgeskema. Derefter foretager du det antal inhaleringer (3, 6 eller 10), der ligeledes er angivet, beslutter dig for dine bedømmelser og sætter en streg på de aktuelle skalaer.
- Forlad hovedrummet og vent i forrummet i 2½ minut.
- Bedøm derefter luftkvaliteten i den næste tragt på listen efter det angivne antal vejtrækninger.
- Fortsæt indtil samtlige bedømmelser på listen er foretaget én gang.

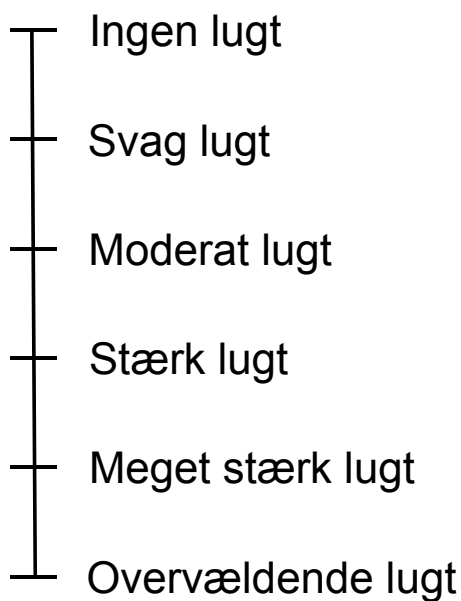
TRAGT: _____ Antal inhaleringer: _____

Forestil dig, at du i dit daglige arbejde bliver udsat for luften i denne tragt

Hvor acceptabel synes du luftkvaliteten er?



Hvor stærk synes du lugten er?



Spørgeskema anvendt til at undersøge betydningen af oplysninger om materialer

DATO: _____

NAVN: _____

KØN: _____

FØDSELSÅR: _____

RYGER DU? _____

SENSORISK BEDØMMELSE I LABORATORIET, DEL 2

INSTRUKS

Bedømmelserne, du skal foretage her i laboratoriet, kræver stor koncentration. Du må derfor ikke kommunikere med de andre paneldeltagere angående forsøget. Det gælder fx bemærkninger som: "Føj, den lugter ækelt!" eller "Den kunne jeg godt lide!". Det gælder også grimasser eller andet kropssprog.

Du skal foretage dine bedømmelser umiddelbart efter, at du har sat næsen til en tragt, for at undgå tilvænning til lugten. Du skal derfor beslutte dig for din bedømmelse i løbet af én vejtrækning og straks sætte en streg på de aktuelle skalaer. Du skal i øvrigt hele tiden trække vejret normalt. Hvis du er i tvivl om en bedømmelse, må du gerne foretage en ny vurdering, men først efter en pause på mindst 20 sekunder.

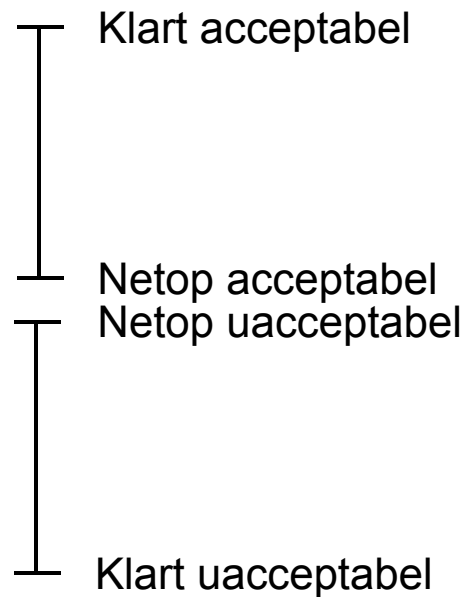
- Gå først ind i luftkvalitetslaboratoriets forrum og vent i 3 minutter.
- Gå derefter ind i hovedrummet til den tragt, hvis nummer står anført først på den liste, der sidder på dette spørgeskema. Læs beskrivelsen af hvilket materiale, der er i testkammeret og bedøm derefter luftkvaliteten.
- Forlad hovedrummet og vent i forrummet i 2½ minut.

- Bedøm derefter luftkvaliteten i den næste tragt på listen efter samme procedure.
- Fortsæt indtil samtlige bedømmelser på listen er foretaget én gang.

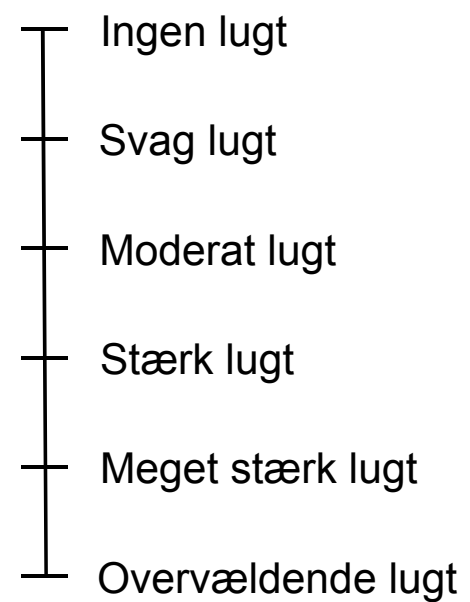
TRAGT: _____

Forestil dig, at du i dit daglige arbejde bliver udsat for luften i denne tragt

Hvor acceptabel synes du luftkvaliteten er?



Hvor stærk synes du lugten er?



Bilag 8. Skilte med oplysninger om materialer

Tom 24	Gipsplade 6	Bøgetræ 7
Linoleumsgulv Økologisk 14	Vægmaling på gipsplade Økologisk 21	Gulvolie på bøgetræ Økologisk 3
Linoleumsgulv Økologisk 20	Vægmaling på gipsplade Økologisk 5	Gulvolie på bøgetræ Økologisk 17
PVC gulvmateriale Syntetisk 16	Vægmaling på gipsplade Syntetisk 2	Gulvolie på bøgetræ Syntetisk 4

Tallene på skiltene beskriver, hvilket testkammer materialerne var i under forsøgene. Ved det andet forsøg i uge 51 blev teksten på skiltene med numrene 2 og 5 og med numrene 16 og 20 byttet om.

Bilag 9. Statistisk analyse af sensoriske ændringer af materialerne over tid

Materialer		Intensitetsvurdering			Acceptabilitetsvurdering		
	tragt Nr.	mean INT (Uge 2)	mean INT (Uge 51)	correlation	mean ACC (Uge 2)	mean ACC (Uge 51)	correlation
Tom	24	0.56 <	0.81	*	0.77 >>	* 0.60	*
Linoleum 1	14	2.67 <	2.69	*	-0.22 >	-0.25	*
Linoleum 2	20	2.75 >	2.59	*	-0.30 <	-0.21	*
PVC	16	1.14 <<	* 1.73	*	0.34 >	0.13	*
Gipsplade	6	1.33 <	1.54	*	0.35 >	0.26	**
Linolieholdig maling 1 på gipsplade	21	3.11 >	2.67	**	-0.45 <<	* -0.22	*
Linolieholdig maling 2 på gipsplade	5	3.06 <	3.14	***	-0.44 >	-0.51	
Syntetisk maling på gipsplade	2	0.37 <	0.50		0.03 <<	** 0.53	
Bøgetræ	7	2.42 >>	* 1.62		-0.21 <<	** 0.16	
Linolieholdig gulvolie 1 på bøgetræ	3	3.71 >>	*** 2.92	*	-0.65 <<	** -0.35	**
Linolieholdig gulvolie 2 på bøgetræ	17	2.98 >	2.65	*	-0.42 <<	* -0.21	**
Syntetisk gulvolie på bøgetræ	4	2.71 >>	** 2.06	**	-0.34 <<	** -0.06	**

Bilag 10. Statistisk analyse af betydningen af oplysning om materiale

Materialer	Uge 25				Uge 51						
	Acceptabilitet Vurdering		Intensitet Vurdering		Acceptabilitet Vurdering		Intensitet Vurdering				
	mean ACC(uden oplysning)	mean ACC(med korrekt oplysning)	mean INT(uden oplysning)	mean INT(med korrekt oplysning)	mean ACC(uden oplysning)	mean ACC(med korrekt oplysning)	mean INT(uden oplysning)	mean INT(med korrekt oplysning)			
Tom	24	0.78 << *	0.87	0.56 >> **	0.29	0.63 << **	0.79	0.82 >> **	0.44		
Linoleum 1	14	-0.15 <	0.02	2.75 >> *	2.31	-0.22 << *	-0.04	2.50 >	2.23		
Linoleum 2	20	-0.26 << **	-0.02	2.82 >> *	2.34	-0.23	<	2.58	<	2.64	
PVC	16	0.43 >	0.36	1.15 <	1.38	0.06	<< *	0.28	1.73	>	1.45
Gipsplade	6	0.12 << **	0.28	1.82 >	1.56	0.25 <	0.34		1.51 >	1.26	
Linolieholdig maling 1 på gipsplade	21	-0.30 << ***	0.05	2.79 >> ***	2.20	-0.22 << **	0.02		2.46 >> *	2.05	
Linolieholdig maling 2 på gipsplade	5	-0.53 << ***	-0.25	3.43 >> ***	2.78	-0.57	<< **	-0.31	3.28	>> *	2.83
Syntetisk maling på gipsplade	2	0.37 <	0.50	1.28 >	1.13	0.48	<	0.54	0.95	<	0.98
Bøgetræ	7	0.06 << ***	0.41	2.01 >> **	1.41	0.19 << **	0.43		1.47 >> *	1.19	
Linolieholdig gulvolie 1 på bøgetræ	3	-0.35 << *	-0.06	3.03 >> *	2.50	-0.32 << **	-0.13		2.75 >> **	2.30	
Linolieholdig gulvolie 2 på bøgetræ	17	-0.29 << ***	0.05	2.90 >> **	2.22	-0.19 <	-0.08		2.45 >> *	2.13	
Syntetisk gulvolie på bøgetræ	4	-0.02 << *	0.20	1.99 >	1.91	-0.03 << *	0.21		2.08 >> **	1.38	

Bilag 11. Teknisk beskrivelse af kemiske målinger

Måling af VOC'er

VOC'erne i testkamrene blev kvantificeret med termisk desorption kombineret med gaschromatografi med flammeionisationsdetektion (TD-GC-FID) og blev identificeret med termisk desorption kombineret med gaschromatografi med massespektrometrisk detektion (TD-GC-MS). De anvendte metoder var en modifikation af metoderne beskrevet tidligere (Wolkoff, 1998).

Prøvetagning

VOC'er blev opsamlet på Tenax TA rør (med backup rør), som blev rensat således, at alle urenheder var under detektionsgrænsen. Der blev prøvetaget i 2 timer med et flow på 50 ml/min til TD-GC-FID og 100 ml/min til TD-GC-MS med flow-kontrollerede pumper (Alpha-1 fra Dupont eller Ametek og FLEC Air pump 1001 fra Chematec). Til TD-GC-FID blev der således opsamlet 6 l luft fra testkamrene og til TD-GC-MS analyse blev der opsamlet 12 l. Pumperne blev kalibreret før hver prøvetagning og kalibreringen kontrolleret efter prøvetagningen.

TD-GC-FID

Der blev brugt en Perkin Elmer ATD 400 og HP5890 gaschromatograf. Desorptionen af Tenax TA rørene blev udført ved 275 °C i 20 min, opsamling i frysefælde ved -30 °C som blev desorberet ved 300 °C i 1,3 min. Hovedventilen (Valve) og transferline var 175 °C. Kolonnen var en CP-Sil 19 CB, 60-m x 0,32 mm-i.d (0,25 µm filmtykkelse) og der blev anvendt et flow på 2,3 ml/min. GC-ovn programmeringen var 35 °C holdt i 4 min; med 4 °C/min til 120 °C; herefter 8 °C/min til 250 °C holdt i 4 min. FID-temperaturen var 300 °C. Kalibreringen blev foretaget med rene standarder ved 6 forskellige koncentrationer.

Detektionsgrænserne for VOC'er blev bestemt ved at analysere standarder med lave koncentrationer (10 - 20 ng/rør) 10 gange. Detektionsgrænserne blev bestemt som 3 gange standardafvigelsen for de beregnede middelværdier. Alle detektionsgrænser lå i området fra 4 - 10 ng/rør svarende til 0,7 - 1,7 µg/m³ for luftprøver på 6 L.

TD-GC-MS

Der blev brugt en Perkin Elmer ATD 400 og HP5890 gaschromatograf koblet til et Kratos Profile MS. Desorptionen af Tenax TA rørene blev udført ved 275 °C i 20 min, opsamling i frysefælde ved -30 °C som blev desorberet ved 300 °C i 1,3 min. Hovedventilen (Valve) og transferline var 175 °C. Kolonnen var en CP-Sil 19 CB, 60-m x 0,32 mm-i.d (0,25 µm filmtykkelse). GC-ovn programmeringen var 35 °C holdt i 4 min; med 4 °C/min til 120 °C; herefter 8 °C/min til 250 °C holdt i 4 min. Der blev brugt EI (70 eV), og full scan (m/z 29 - 350).

Måling af carbonylforbindelser

Måling af carbonylforbindelser i testkamrene blev foretaget samtidig med måling af VOC'er (parallel prøvetagning). Målingerne blev foretaget med opsamling på rør indeholdende C₁₈ (octadecyl) kolonne-materiale til væskechromatografi overtrukket med DNPH (2,4-dinitrophenylhydrazin) (Kuwata et

al., 1983). Prøverne blev oprenset og analyseret med en modificeret gas chromatografisk metode af Dalene et al. (1992).

Prøvetagning

Carbonylforbindelser blev opsamlet på DNPH-rør (S10 fra Supelco) ved et flow på 1000 ml/min i 2 timer ved hjælp af Vortex Power Plus 2 pumper med flow-kontrol (Casella). Pumperne blev kalibreret før prøvetagning og kalibreringen kontrolleret efter prøvetagningen.

Prøveoprensning

DNPH-rørerne blev elueret med acetonitril og overskud af DNPH blev fjernet ved hjælp af en kationbytter (Dowex 50WX8-200 fra Supelco). Herved skulle reproducerbarheden og følsomheden ved den efter følgende MS-analyse blive forbedret fordi ionkilden så forurenes mindre.

GC-MS

Den gaschromatografiske analyse med massespektrometrisk detektion (GC-MS) blev udført med en Perkin Elmer GC Autosystem XL / TurboMass MS med en temperatur programmeret split/splitless injektor. Kolonnen var en PE-5MS CB Low Bleed/MS, 30-m x 0,25 mm-i.d (0,25 µm film tykkelse) og der blev anvendt et flow på 1,5 ml/min. GC-ovn programmeringen var 50 °C holdt i 2 min; med 25 °C/min til 150 °C; herefter 10 °C/min til 300 °C holdt i 4 min. Der blev injiceret 0,5 µl splitless med injektorprogrammeringen 150 °C til 275 °C med 125 °C/min, og holdt i 1 min. Injektoren var med en tom deaktiveret liner. MS-transferline var 275 °C. Der blev brugt EI (70 eV), og full scan (m/z 25 – 400) samtidig med SIM for de enkelte hydrazoner. Kalibreringen blev foretaget med standarder af rene hydrazoner ved 6 forskellige koncentrationer.

Detektionsgrænserne for hydrzonerne blev bestemt ved at analysere 2 standarder med lave koncentrationer (1 ng/µl og 2 ng/µl) 10 gange. Detektionsgrænserne blev bestemt som 3 gange standardafvigelsen for de beregnede middelværdier. Alle detektionsgrænser lå i området fra 0,8 ng/µl til 4,3 ng/µl svarende til 3 – 18 ng/m³ for luftprøver på 120 L.

Gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O)

Analytiske usikkerhedsfaktorer

Stofferne i den luft, der blev prøvetaget fra, blev opkoncentreret på et adsorbentør, der blev termisk desorberet, hvorefter et desorptionssplit gjorde, at kun en del af prøven fortsatte til GC-O-instrumentet. Denne fraktion (se Figur 2) splittedes atter efter chromatograferingen i ca. én del til MS og 10 dele til den olfaktoriske detektorudgang. Når et enkelt stof kom ud som en chromatografisk top i den olfaktoriske detektorudgang, var det opkoncentreret, idet det kom ud i løbet af 5-10 s i et luftvolumen (ca. 0,03 L), der var ca. 100 gange mindre end prøvevolumenet (3 L). I den olfaktoriske detektorudgang tilførtes befugtet luft, men, når der blev indsnuset med næsen, oversteg dette flow sandsynligvis det samlede udgangsflow. Herved skete der en ukendt fortynding af komponenten med rumluft. Ydermere var det ikke sikkert, at en indsnusning begyndte præcis når en top startede, og endte når toppen sluttede. I de omtalte processer kunne stoffer mistes f.eks. ved ikke at blive fanget på adsorbentørret ved prøvetagningen, ved ikke at blive frigivet fra adsorbentørret eller blive nedbrudt ved den termiske desorption, blive nedbrudt under chromatograferingen eller ved de forskellige omtalte problemer ved selve den olfaktoriske detektionsproces.

Andre forskelle i GC-O-panelisternes perception skyldtes objektive forskelle i den relative intensitet af GC toppene (grunden til dette kendes ikke), forskelle i panelisternes respons på specifikke lugte og sidst men ikke mindst

uopmærksomhed, som højst sandsynlig voksede med GC-O-analysen på op til 45 min.

Prøvepreparering

Der blev brugt 2 prøveprepareringsmetoder. Prøvepreparering 1: 5 25-mm kvartsfiberfiltre (Ultra Pure 2500AT-UP, Pallflex, Conn., USA) blev hver påført 100 mg olie og lagt til tørring i et mikro-afgasningskammer, FLEC (Wolkoff et al. (1991)) med aluminiumsbund (tæppeholder til FLEC) i én dag ved rumtemperatur, et flow på 100 ml/min og en luftfugtighed på 30 %RH. Prøvepreparering 2: Der blev fordelt 500 mg olie ud over et stort filterpapir (12 cm i diameter), som blev lagt til tørring på 2 ¼" rustfri stålør i en FLEC med aluminiumsbund i én dag ved rumtemperatur, et flow på 100 ml/min og en luftfugtighed på 30 %RH.

Prøvetagning

VOC'er blev opsamlet på Tenax TA rør som blev renses således at alle urenheder var under detektionsgrænsen. Der blev prøvetaget i 1 time med et flow på 50 - 60 ml/min med flow-kontrollerede pumper (Alpha-1 fra Dupont eller Ametek). Prøvetagningsvolumenet var således 3 - 3,6 l. Der var en enkelt afvigelse fra dette (se Tabel 3).

Analyse

Prøverne blev analyseret med henblik på olfaktometrisk analyse med samtidig identifikation. Der blev brugt termisk desorption kombineret med gaschromatografisk analyse med olfaktometrisk og massespektrometrisk detektion (TD-GC-O/MS). Efter separeringen i gaschromatografen blev kolonne flow'et splittet i forholdet ca. 1:10, hvor den mindste del blev ført til MS'en og den største del til den olfaktoriske detektorudgang (se 2. Principskitse for gaschromatografi kombineret med olfaktometri (GC-O, "split til næsen"). I denne udgang tilføres befugtning (ca. 140 ml/min) til He-strømmen (inklusiv make up He: 15,8 ml/min), der indeholder stofferne. Denne ledes herefter til næse-tragten, hvor GC-O-panelisten kan lugte stofferne (se 3. Foto af GC-O-apparat og GC-O-panelist. Mikrofonen på næsetragten blev brugt til at optage kommentarer fra panelisten under chromatograferingen på videotape, hvor de tilhørende og samtidige billeder viste chromatogrammet fra massespektrometret). Den olfaktoriske detektorudgang styres af et Olfactory Detector Outlet (ODO II) fra SGE. Der blev brugt en Perkin Elmer ATD 400 termisk desorber og en HP5890 gaschromatograf koblet til et Kratos Profile massespektrometer. Desorptionen af Tenax TA rørene blev udført ved 250 °C i 20 min med opsamling ved -30 °C i "narrow" frysefælde (med Tenax), som herefter blev desorberet ved 300 °C i 2 min. Hovedventilen (Valve) og transferline var 225 °C. Kolonnen var en CP-Sil 19 CB, 60-m x 0.32 mm-i.d (0.25 µm filmtykkelse) og der blev anvendt et flow på ca. 1,7 ml/min. GC-ovn programmeringen var 20 °C stigende med 4 °C/min til 250 °C. MS-transferline var 250 °C. Der blev brugt EI (70 eV), og full scan (m/z 29 - 400). Andre detaljer fremgår af Figur 2.

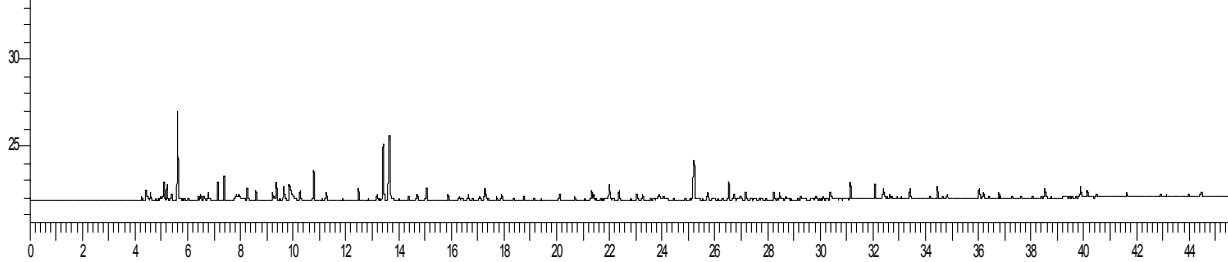
Identifikation og til ordning af GC-MS-toppe

Den massespektrometriske identifikation blev foretaget med MS-bibliotekssøgninger suppleret med retentionsdata og retentionsindices. Samordnet af sensorisk detekterede, men MS-identificerede toppe i chromatogrammerne af de 3 forskellige materialer, blev foretaget ved anvendelse af retentionstider, retentionsindices og mønstergenkendelse (topfacon, top-højde og bredde og kronologisk forekomst). I meget få tilfælde blev der anvendt overensstemmende sensorisk karakteristik som fx "chokolade" givet uafhængigt af hver enkelt panelist.

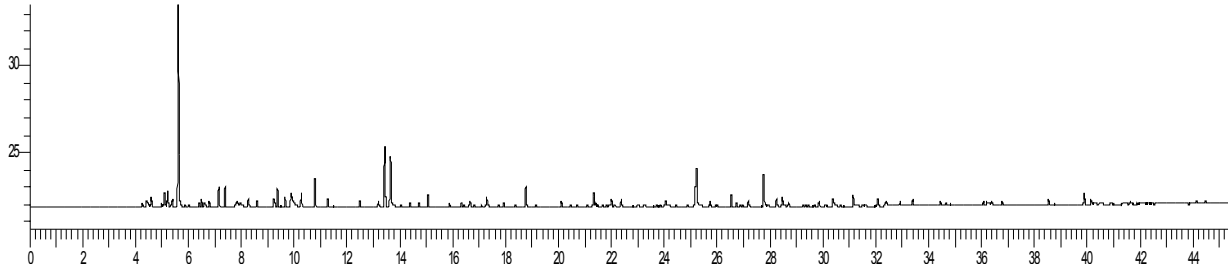
Bilag 12. Chromatogrammer af gulvmaterialer og tomt testkammer

TD-GC-FID-chromatogrammer med ens skalering af VOC-prøver opsamlet i testkamrene i uge 2.

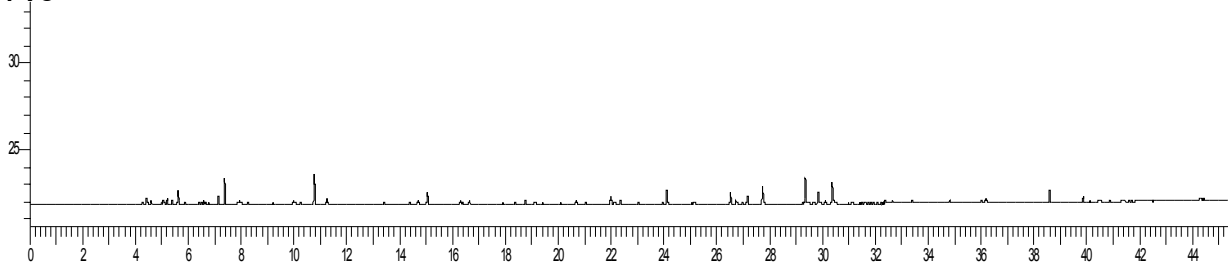
Linoleum 1



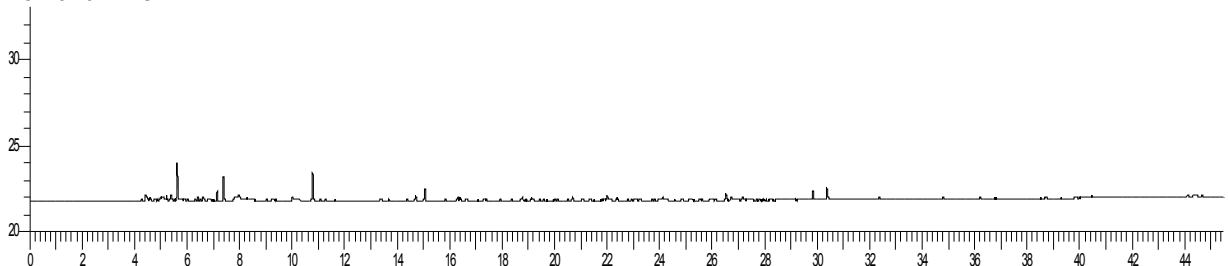
Linoleum 2



PVC



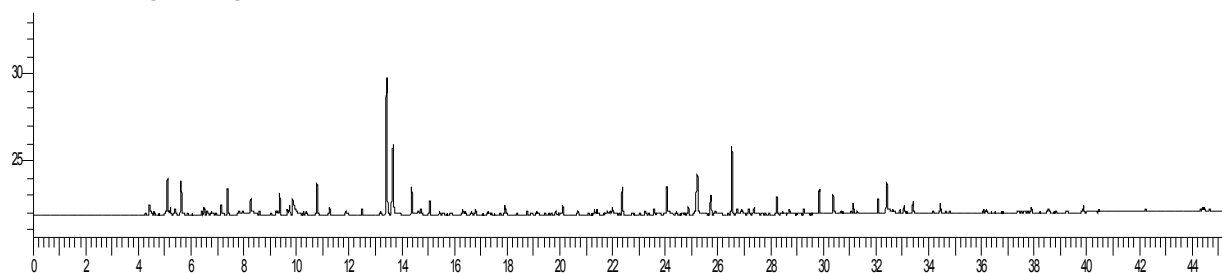
Tomt kammer



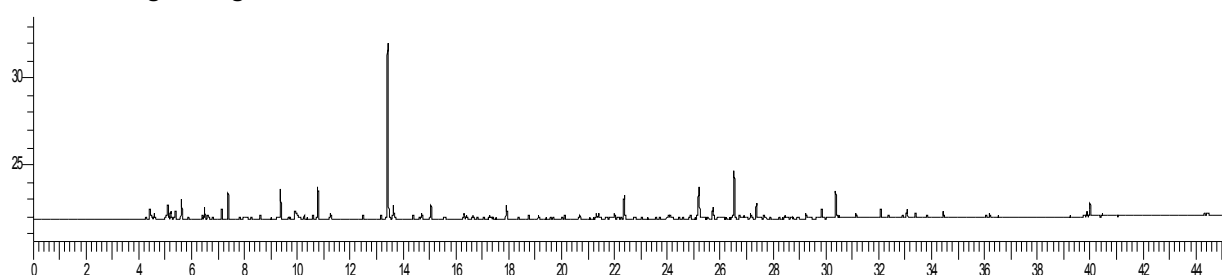
Bilag 13. Chromatogrammer af malinger og gipsplade

TD-GC-FID-chromatogrammer med ens skalering af VOC-prøver opsamlet i testkamrene i uge 2.

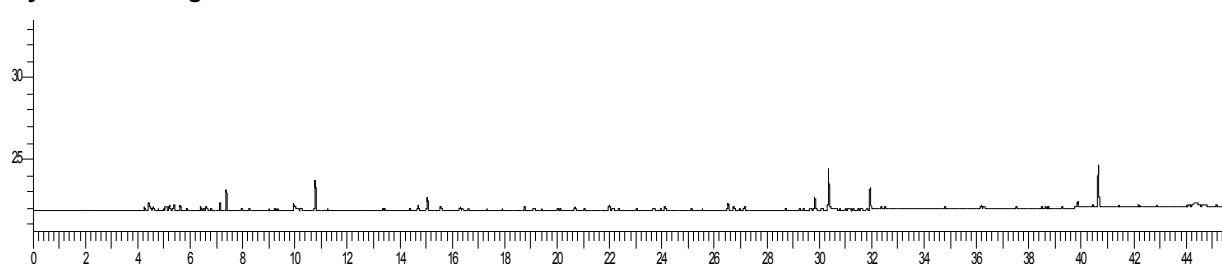
Linolieholdig maling 1



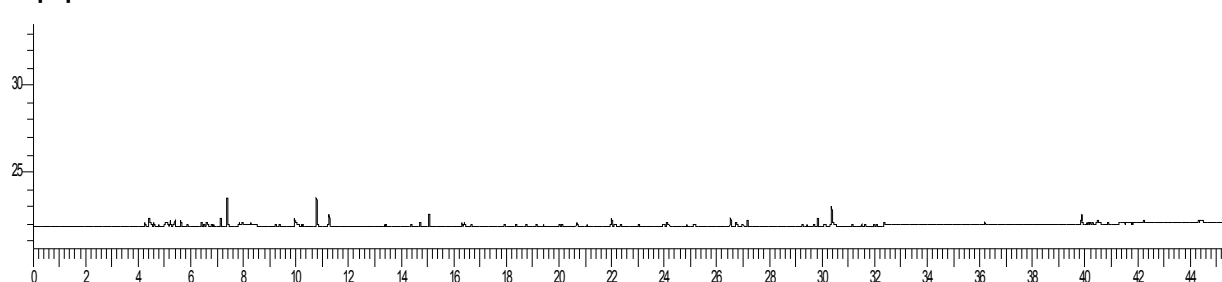
Linolieholdig maling 2



Syntetisk maling



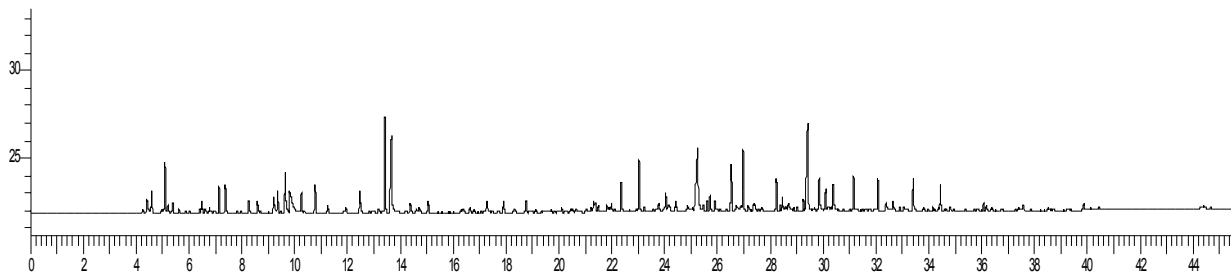
Gipsplade



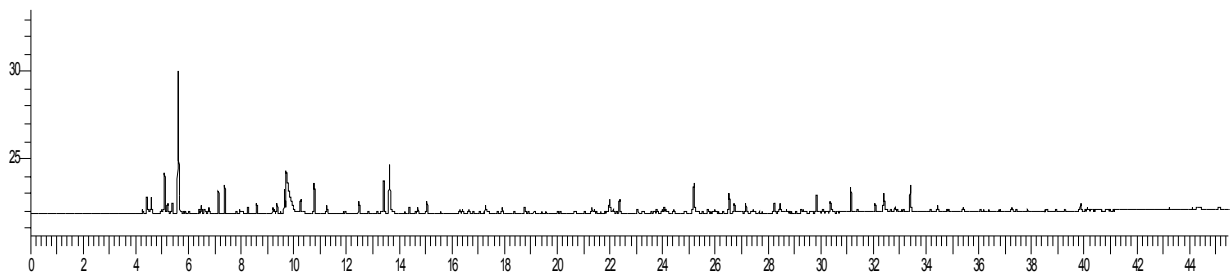
Bilag 14. Chromatogrammer af gulvolier og bøgetræ

TD-GC-FID-chromatogrammer med ens skalering af VOC-prøver opsamlet i testkamrene i uge 2.

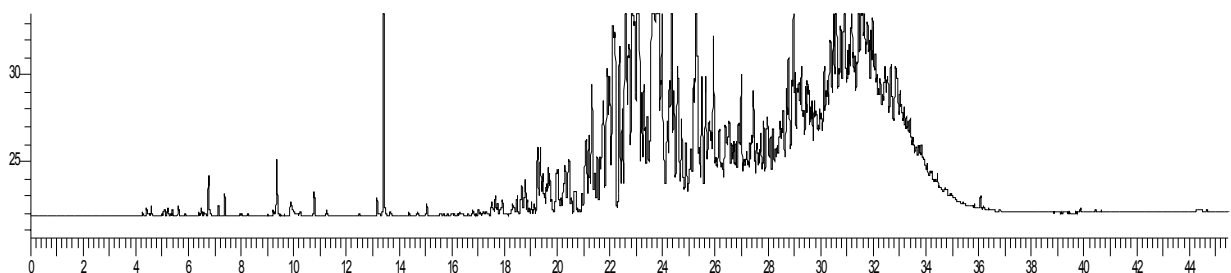
Linolieholdig gulvolie 1



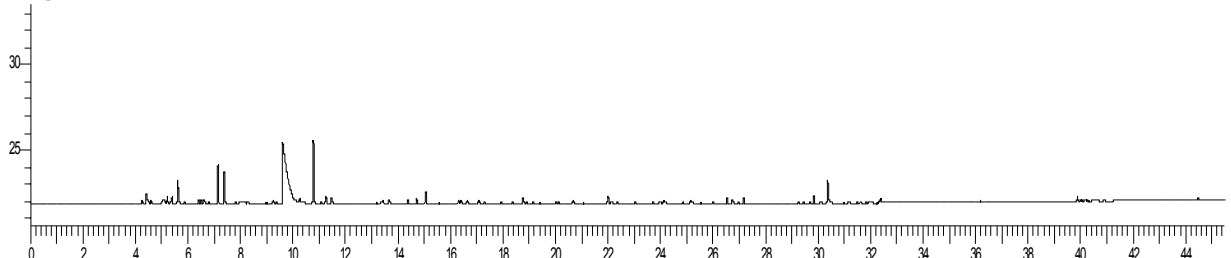
Linolieholdig gulvolie 2



Syntetisk gulvolie



Bøgetræ



Bilag 15. Tabel over stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolieholdig gulvolie 1

Tabelforklaring: Der anvendes + når der er flere stoffer i samme chromatografiske top. Parentes omkring et stofnavn betyder usikker identifikation. Andet og enkeltstående ? betyder at der kan detekteres et stof men at det ikke kan identificeres. Når der anvendes ? efter et stofnavn betyder det at navnet er et kvalificeret gæt på stoffets identitet.

Komp. Nr.	Komponent	A's kommentarer	A	C	B	D	E	F	Score
1	Acetaldehyd					x	x	x	3
2	Propanal		x	x		x	x	x	5
3									
4									
5	Butanal		x			x	x	x	4
6	2 Butanone					x	x	x	3
7									
8			x		x				2
9									
10						x	x		2
11	Myresyre			x					1
12	2 Butenal		x						1
13	1 Penten 3 on		x		x	x	x	x	5
14	EddikeSyre + pentanal		x	x					2
15	Pentanal						x	x	2
16	Eddikesyre					x	x	x	3
17	1 Penten 3 ol	sødlig	x	x		x	x		4
18		lidt	x			x			2
19	1 Hydroxy 2 propanone		x		x	x	x		4
20	Alkohol			x					1
21	2 Pentenal		x	x	x			x	4
22	2 Pentenal	puh	x					x	2
23									
24	Hexanal	græs	x	x	x	x	x	x	6
25									
26									
27			x						1
28	Propionsyre	føj	x	x		x	x	x	5
29	(1 Hydroxy 2 butanone)		x			x			2
30	Lille			x					1
31	2 Hexenal			x					1
32									
33			x			x	x	x	4
34	Pentyl oxirane		x	x		x	x	x	5
35									
36	Butansyre	bræk	x	x	x	x	x	x	6
37			x						1
38	Heptanal	lugter godt	x			x		x	3
39	3 heptanol + ?	fisk	x			x	x		3
40	Buthoxyethanol	svag	x	x					2

41								
42		svag	x					1
43	Lille			x				1
44								
45	Enal				x			1
46			x		x			2
47	2 Heptenal	svamp	x	x	x	x	x	6
48								
49	Pentansyre		x		x	x		3
50			x			x		2
51	octen ol						x	1
52	Benzaldehyd		x	x	x			3
53						x	x	3
54	Octanal	chokolade	x	x		x	x	4
55	(Undecane) (aldehyd?)		x	x		x	x	4
56	C ₁₁ H ₂₂ Cycloalkan		x					1
57	(Methylcrotonsyre + heptadienal)	mærke i næsen	x					1
58	2,4 Heptadienal					x	x	2
59								
60					x			1
61	Methyl decahydronaphtalen			x				1
62								
63	Enal	uha	x	x	x	x	x	5
64								
65	2 Methylundecan			x				1
66			x					1
67	3 Methylundecan		x					1
68	Hexansyre	sur	x	x	x	x	x	6
69	2 Octenal	endnu værre	x			x	x	3
70			x					1
71	Nonanal	chokolade	x		x	x	x	5
72			x					1
73	Dodecan		x					1
74	Lille			x				1
75								
76		orange chokolade	x			x		2
77								
78					x			1
79		svag	x					1
80					x	x	x	3
81								
82	Iso alkan		x		x	x	x	5
83	Alkan + aldehyd?	svamp	x	x			x	3
84								
85	2 nonenal	puh	x	x	x	x	x	6
86	Ethyl hexansyre		x			x		2
87	Naphtalen		x					1
88	Tridecan				x			1
89								
90	Methylsalisylat	hvi	x		x			2
91								
92	Aromat mw 162		x	x			x	3
93								
94	Aromat mw 162	svamp	x	x				2
95								
96								

97							
98				x			1
99	Otansyre					x	1
100			x				1
101	Iso alkan		x	x	x	x	6
102							
103							
104	Iso alkan		x				1
105							
106	Iso alkan		x		x		3
107	(Iso bornyl acetat)		x		x		2
108	2 Decenal	ubehagelig	x		x	x	4
109			x				1
110	Tetradecan				x		1
111			x				1
112		viskelædder	x			x	2
113	Methylnaphtalene				x		1
114			x			x	2
115							
116	Methylnaphtalene+andet		x		x		3
117					x		1
118							
119							
120					x		1
121			x			x	2
122							
123							
124							
125							
126							
127	Iso alkan		x				1
128			x				1
129	2-undecenal					x	2
130	dodecanal?	hui	x			x	2
131							
132			x		x		2
133							
134							
135						x	1
136					x		1
137							
138			x				1
139			x				1

Bilag 16. Tabel over stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolie (Linolieholdig gulvolie 1)

Tabelforklaring: Der anvendes + når der er flere stoffer i samme chromatografiske top. Parentes omkring et stofnavn betyder usikker identifikation. Andet og enkeltstående ? betyder at der kan detekteres et stof men at det ikke kan identificeres. Når der anvendes ? efter et stofnavn betyder det at navnet er et kvalificeret gæt på stoffets identitet.

Komp. Nr.	Komponent	A's kommentarer	A	C	B	D	E	F	Score
1	(Acetaldehyd)	skarp	x			x	x		3
2	Propanal	føj	x	x	x	x	x		5
3						x			1
4	C4H9O	føles	x		x				2
5	Butanal	skarp	x			x	x	x	4
6	2 Butanone	sødlig	x				x		2
7					x	x			2
8		føj	x		x	x			3
9	(myresyre)						x		1
10									
11									
12	2 Butenal	ikke så slem	x			x			2
13	1 Penten 3 on	stygt	x	x	x	x	x		5
14									
15	Pentanal	stygt	x			x	x	x	4
16	Eddikesyre					x	x	x	3
17	1 Penten 3 ol	stygt før top	x	x		x			3
18									
19	1 Hydroxy 2 propanone	føj	x	x	x	x	x		5
20									
21	2 Pentenal	lidt krydret	x	x					2
22	2 Pentenal	sur slem bag efter	x	x	x	x	x		5
23				x					1
24	Hexanal	vådt græs - slem bag efter	x		x	x	x	x	5
25	(4 pentenal 2 methyl)	Vådt græs	x				x		2
26	2 Penten 1 ol				x				1
27			x						1
28	Propionsyre		x	x		x	x	x	5
29	1 Hydroxy 2 Butanone	lidt	x					x	2
30									
31	2 Hexenal		x						1
32		stygt	x		x				2
33									
34	Pentyl oxirane	syrlig	x	x		x		x	4
35				x					1
36	Butansyre	væmmelig	x	x	x	x	x	x	6
37		meget stygt	x		x	x	x		4

38									
39		rådden fisk	x			x	x	x	4
40									
41		mærkes	x						1
42			x						1
43									
44						x			1
45		mærkes	x		x				2
46	Enal		x				x	x	3
47	2 Heptenal	rådden svamp	x	x		x	x	x	5
48									
49	Pentansyre				x			x	2
50									
51	Octen ol	skimmel agtig	x	x	x			x	4
52	Benzaldehyd	styg	x	x				x	3
53						x	x		2
54	Octanal		x				x	x	3
55	(Undecan) + andet				x	x			2
56									
57									
58	2,4 Heptadienal		x	x	x			x	4
59	C12H24 Cyclohexan		x		x				2
60									
61									
62	5-methyl2(5H)furanone							x	1
63		slem	x	x		x	x	x	5
64	4 Methyl undecan			x	x				2
65									
66									
67	3 Methyl undecan	svamp	x	x	x				3
68	Hexansyre					x	x	x	3
69	2 Octenal	føj	x		x	x	x	x	5
70									
71	(nonanal)	svagt	x			x		x	3
72									
73	Dodecan			x					1
74									
75	C13H28 iso alkan				x				1
76	mange toppe	appelsin chokolade	x			x		x	3
77			x						1
78									
79									
80				x		x			2
81	5-ethyl2(5H)furanone					x		x	2
82	4 Methyl dodecan	vådt græs	x	x					2
83	2 Methyl dodecan	svamp	x		x				2
84		ad våd hest	x	x					2
85	(2-nonenal)					x	x	x	3
86	Ethyl Hexansyre							x	1
87									
88	Tridecane				x				1
89	Alkohol	svag lugt	x		x				2
90									
91	C9H16O			x					1
92									
93								x	1
94									

95	top for lille		x				1
96	top for lille		x				1
97	top for lille	skarp	x				1
98							
99	top for lille	skarp på en anden måde	x	x	x	x	5
100							
101							
102	top for lille	gulerod	x		x		2
103	top for lille		x				1
104							
105	top for lille		x				1
106							
107							
108	2 Decenal	skarp	x	x	x	x	4
109							
110							
111							
112							
113							
114							
115			x				1
116							
117							
118				x			1
119				x	x		2
120							
121							
122					x	x	3
123			x				1
124		vammel	x				1
125					x	x	2
126					x	x	3
127							
128							
129	2-undecenal					x	1
130							
131		føj	x	x	x		3
132							
133							
134					x	x	2
135							
136							
137		sødlig	x				1
138							
139							

Bilag 17. Tabel over stoffer bestemt ved GC-O-analyse af Linolie (Linolieholdig gulvolie 2)

Tabelforklaring: Der anvendes + når der er flere stoffer i samme chromatografiske top. Parentes omkring et stofnavn betyder usikker identifikation. Andet og enkeltstående ? betyder at der kan detekteres et stof men at det ikke kan identificeres. Når der anvendes ? efter et stofnavn betyder det at navnet er et kvalificeret gæt på stoffets identitet.

Komp. Nr.	Komponent	A	E	D	Score
1	Acetaldehyd	x			1
2	Propanal	x			1
3					
4					
5	Butanal				
6	2 Butanone	x			1
7					
8					
9					
10					
11	Myresyre				
12	2 Butenal				
13	1 Penten 3 on				
14	EddikeSyre + pentanal				
15	Pentanal				
16	Eddikesyre				
17	1 Penten 3 ol				
18					
19	1 Hydroxy 2 propanone	x			1
20	alkohol				
21	2 Pentenal				
22	2 Pentenal	x	x		2
23					
24	Hexanal				
25					
26					
27					
28	Propionsyre				
29	(1 Hydroxy 2 butanone)				
30	lille				
31	2 Hexenal	x			1
32					
33					
34	Pentyl oxirane				
35					
36	Butansyre				
37					
38	Heptanal				
39	3 heptanol + ?				
40	Buthoxyethanol				

41				
42				
43	lille			
44				
45	enal			
46				
47	2 Heptenal	x	x	2
48				
49	Pentansyre			
50				
51	octen ol			
52	Benzaldehyd	x	x	2
53				
54	Octanal			
55	(Undecane) + aldehyd?			
56	C ₁₁ H ₂₂ Cycloalkan			
57	(Methylcrotonsyre + heptadienal)			
58	2,4 Heptadienal	x	x	2
59				
60				
61	Methyl decahydronaphtalen			
62				
63	enal			
64				
65	2 Methylundecan			
66				
67	3 Methylundecan	x	x	2
68	Hexansyre			
69	2 Octenal			
70				
71	Nonanal			
72				
73	Dodecan			
74	lille			
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82	Iso alkan	x		1
83	Methyl dodecan			
84		x	x	2
85	2 nonenal	x	x	2
86	Ethyl hexansyre			
87	Naphtalen			
88	Tridecan			
89				
90	Methylsalisylat			
91				
92	Aromat mw 162			
93				
94	Aromat mw 162			
95				
96				
97				
98				
99	Otansyre			

100			
101	Iso alkan		
102			
103			
104	Iso alkan		
105			
106	Iso alkan		
107	(Iso bornyl acetat)		
108	2 Decenal		
109			
110	Tetradecan		
111			
112			
113	Methylnaphtalene		
114			
115			
116	Methylnaphtalene		
117			
118			
119			
120			
121		x x	2
122			
123			
124			
125			
126			
127	Iso alkan		
128			
129	2-undecenal		
130	dodecanal?		
131			
132			
133			
134			
135			
136			
137			
138			
139			